Erlangen 196

Ein Beitrag zur Sexualbiologie und Brutfürsorge bei Lycosiden, mit besonderer Berücksichtigung von Pirata piraticus (CLERCK)

---

von

Wolfgang Dietlein

aus Nürnberg

1967

1967 № 167

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535718_0050

Ein Beitrag zur Sexualbiologie und Brutfürsorge bei Lycosiden, mit besonderer Berücksichtigung von Pirata piraticus (CLERCK)

der Naturwissenschaftlichen Fakultät der
Friedrich - Alexander - Universität
Erlangen - Nürnberg

zur
Erlangung des Doktorgrades

vorgelegt von

W o l f g a n g D i e t l e i n
aus Nürnberg

Als Dissertation genehmigt
von der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Erlangen - Nürnberg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Tag der mündlichen Prüfung: 24.5.1967

Dekan:	Professor Dr.K.Brodersen
Erstberichterstatter:	Professor Dr.E.Tretzel
Zweitberichterstatter:	Professor Dr.H.J.Stammer

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A) Einleitung und Fragestellung	1
Abkürzungen	
B) Das Paarungsverhalten von Pirata piraticus	2
I. Balzhandlungen der ♂♂	2
II. Balzhandlungen der ♀♀	4
III. Schema der Reaktionskette des Paarungsverhaltens	7
IV. Kopulation	11
V. Beobachtungen über die Reaktionsbreite beim Paarungsverhalten	14
VI. Beobachtungen zum Problem der Auslöser der Balzhandlungen	20
C) Brutfürsorge	22
I. Beschaffenheit des Kokons	22
II. Kokonbau	22
III. Anheften und Tragen des Kokons	34
IV. Kokonaustausch und Wiedererkennen des Kokons	47
V. Öffnen des Kokons	69
VI. Ablegen der leeren Kokonhülle	82
VII. Aufsteigen und Aufenthalt der Jungen auf dem Abdomen der ♀♀	85
VIII. Analyse der Faktoren, die die Jungen veranlassen, auf die ♀♀ aufzusteigen.	91
D) Anpassungen an das Wasserleben	106
E) Zusammenfassung	108
Literaturverzeichnis	113
Tabellen	122
Abbildungen	171

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

A) Einleitung und Fragestellung

Die auffallenden Balzgebärden der Lycosiden - ♂♂, das Tragen der Kokons durch die ♀♀ und das Aufsitzen der jungen Lycosiden auf dem Abdomen der ♀♀ haben schon immer die Arachnologen auf diese Spinnenfamilie aufmerksam gemacht. Trotzdem waren bis in die jüngste Zeit viele Fragen der Brutfürsorge und Brutpflege nicht geklärt. So wies TRETZEL (1961 b) auf die Notwendigkeit einer genaueren Untersuchung der Brutpflege bei Lycosiden hin. Daraufhin begann ich mit meinen Beobachtungen zunächst vor allem an Pardosa amentata und Pardosa paludicola. Die Problematik dieser Fragen lag offenbar in der Luft; denn sie wurde gleichzeitig von mehreren Forschern untersucht: Von VLIJM (1962) bei Pardosa amentata, von ENGELHARDT (1964) bei den mitteleuropäischen Trochosen und von GRAEFE (1964) an Pardosa lugubris. In meinen weiteren Beobachtungen wandte ich mich vor allem Pirata piraticus zu. Da sich diese hydrobionten Lydosiden in ihrer Lebensweise von den Trochosen und Pardosen unterscheiden, erschien es mir wichtig, auch Pirata piraticus auf diese Fragestellungen hin genauer zu untersuchen.

Für die Überlassung des Themas, sowie für die stets gewährte Unterstützung, möchte ich Herrn Prof. Dr.E. TRETZEL und Herrn Prof. Dr. H.-J. STAMMER meinen Dank aussprechen. Mein Dank gilt ferner Herrn Prof. Dr. W. NEUHAUS für viele Anregungen, sowie für die leihweise Überlassung mehrerer Apparaturen.

Abkürzungen

Als Abkürzung für den Namen der Gattung Pirata verwende ich P., für die nach dem Schlüpfen aus dem Ei auftretenden Postembryonalstadien PE.

B) Das Paarungsverhalten von Pirata piraticus

Die auffallenden Verhaltensweisen der Lycosiden vor und während der Kopulation erregten schon früh die Aufmerksamkeit der Arachnologen (MONTGOMERY 1903, LOCKET 1923, 1926, BRISTOWE 1926, 1929, BERLAND 1933/34, KASTON 1936). Wie meine Beobachtungen zeigten, besitzt auch P.piraticus ein ausgeprägtes Balzverhalten.

Zunächst gebe ich eine Übersicht über die Balzhandlungen der P.piraticus - ♂♂ und P.piraticus - ♀♀, wie ich sie bei ca. 40 Paarungen beobachtete. Zum Vergleich beobachtete ich auch Paarungen von Pardosa amentata, Alopecosa barbipes und Dolomedes fimbriatus.

I. Balzhandlungen der ♂♂

1. Vorderbeintrommeln der ♂♂

Es ist bekannt, daß balzende Lycosiden - ♂♂ vor den ♀♀ mit den Palpen und den Vorderbeinen rhythmische, ruckartige, winkende und zum Teil kreisende Bewegungen ausführen. Die P.piraticus - ♂♂ heben bei ihren Balzbewegungen die beiden gestreckten Vorderbeine nicht stark an. Bei dem ruckweisen Senken ihrer Vorderbeine berühren sie daher bald den Boden. Diese Balzhandlungen der ♂♂ bezeichne ich als Vorderbeintrommeln. Sie führen mit den Vorderbeinen auch streichende und zupfende Bewegungen auf dem Boden aus. Das Zupfen konnte ich besonders deutlich erkennen, wenn das ♂ auf einem Stück Gespinst balzte. Manchmal beobachtete ich, daß die Vorderbeinbewegungen in kleine kreisende Bewegungen übergingen.

2. Schwingen des gesamten Körpers der ♂♂

Bei sexueller Erregung stehen die P.piraticus - ♂♂ mit stärker als gewöhnlich angewinkelten Beinen vor den ♀♀ und führen mit dem ganzen Körper pumpende Bewegungen aus. (Die Bewegungen erinnern an einen Sportler, der Liegestütze macht.) Dieses Schwingen des gesamten Körpers tritt bei stärkerer sexueller Erregung in der gleichen Phase wie das Vorderbeintrommeln auf, jedoch nicht synchron.

3. Beklopfen und Bestreichen der Vorderbeine und das Cephalothorax der ♀♀ mit den Vorderbeinen und den Palpen durch die ♂♂

Die balzenden P.piraticus - ♂♂ nähern sich den ♀♀ und führen jetzt das Vorderbeintrommeln und das Streichen mit den Vorderbeinen auf den Vorderbeinen und dem Cephalothorax der ♀♀ aus. Haben sich die P.piraticus-♂♂ den ♀♀ weit genug genähert, so trommeln sie zunächst mit ihren Palpen, abwechselnd mit dem linken und dem rechten, lebhaft auf dem Cephalothorax der ♀♀.

4. Streichende Bewegungen der ♂♂ mit dem 3. Beinpaar in der Vulvengegend

Die P.piraticus - ♂♂ winkeln beim Besteigen der ♀♀ das 3. Beinpaar sehr stark an und führen streichende Bewegungen zunächst an den Chelizeren, dann an den Coxen 1 bis 4 und schließlich im Gebiete der Epigyne aus. Interessant sind hierzu die Untersuchungen von TRETZEL (mündlich) an der Ctenide Phoneutria fera. Er beobachtete beim Paarungsverhalten dieser Art, daß die ♂♂ die Vulvengegend vor der Insertion mit den Palpen bestreichen. TRETZEL deutet dieses Verhalten nicht als Suchbewegung, sondern vermutet, daß die Phoneutria fera - ♀♀ auf diesen Reiz mit einer rhythmischen Erregungsvibration der Bauchhaut antworten. Daneben nimmt er an, daß

Phoneutria fera - ♂♂ durch die so entstandene Verzögerung in eine günstigere Stellung zur Ausführung der 1. Insertion gelangen (vgl. S. 8). Beobachtungen über ein entsprechendes Paarungsverhalten bei Lycosiden lagen bisher nicht vor.

5. Abdomenzittern der ♂♂

Die P.piraticus - ♂♂ führen mit leicht abgewinkeltem Abdomen schnelle, rhythmische Zuckungen aus. Das Abdomenzittern der P.piraticus - ♂♂ tritt vor allem bei Beendigung einer Kopulation beim Absteigen vom ♀ auf. Das Abdomenzittern zeigen während der Balz auch viele ♂♂ anderer Spinnenfamilien.

6. Betrillern der ♀♀ - Abdomen durch die ♂♂ mit den Palpen

Die in der für Lycosiden charakteristischen Stellung von vorne auf die ♀♀ aufgestiegenen P.piraticus - ♂♂ betrommeln mit beiden Palpen abwechselnd lebhaft und in schneller Folge die Abdomenrückseite der ♀♀ kurz hinter dem Petiolus. DREES (1952) berichtet von den Salticiden, daß die von vorne aufgestiegenen ♂♂ die ♀♀ - Abdomen mit den Vorderbeinen lebhaft betrommeln.

II. Balzhandlungen der ♀♀

Nach GERHARDT (1921) zeigen alle Spinnen - ♀♀, die von den ♂♂ nach Lycosidenart von vorne bestiegen werden, ihre Begattungsbereitschaft allein durch ihr völlig passives Verhalten. ENGELHARDT (1964) berichtet dagegen in seinen Beobachtungen über das Balzverhalten der Gattung Trochosa von einer Bereitschaftsstellung der ♀♀, indem sie den Cephalothorax schräg nach unten senken, so daß die ♂♂ gut von vorne aufsteigen können.

Auch MONTGOMERY (1903), LOCKET (1923) und KASTON (1936) weisen bereits auf einzelne Reaktionen und besonders auf diese Stellung der Lycosiden - ♀♀ hin.
ROVNER (1965) erwähnt das Vorderbeinwinken der ♀♀ und deren Annäherung an die ♂♂ bei Lycosa rabida als Zeichen der Begattungsbereitschaft der ♀♀.
NAPPI (1965) berichtet, daß die begattungswilligen ♀♀ von Lycosa helluo die Balzbewegungen der ♂♂ (Bestreichen der Vorderbeine) erwidern. Den aufgestiegenen ♂♂ erleichtern die ♀♀ durch Drehen des Abdomens um die Längsachse die Insertion.

1. Tastende Beinbewegungen der ♀♀

Die sexuell erregten P.piraticus - ♀♀ winkeln die Beinpaare 2, 3 und 4 an. Das erste Beinpaar strecken sie schräg abwärts aus. Diese Stellung unterscheidet sich hierdurch von der Abwehrstellung, bei der die ♀♀ die Vorderbeine waagrecht halten und von der Drohstellung, bei der sie ihre Vorderbeine steif nach oben strecken. Die P.piraticus - ♀♀ bewegen ihre Vorderbeine dabei auch manchmal schwach auf und ab. Zeitweilig führen sie wie die ♂♂ mit den ausgestreckten Vorderbeinen kleine kreisende Bewegungen aus. Alle Bewegungen wirken tastend.

2. Schwingen des gesamten Körpers der ♀♀

Auch dieses Verhalten beobachtete ich mehrmals bei ♀♀. Die Bewegungen sind jedoch genau wie diejenigen der Vorderbeine bei weitem nicht so auffallend wie die entsprechenden der ♂♂.

3. Abwinkeln der Vorderbeine der ♀♀

Die P.piraticus - ♀♀ winkeln die vorher ausgestreckten Vorderbeine zwischen Femur und Patella stark ab. Die schräg aufwärts weisenden Femura der Vorderbeine erinnern im ersten Moment an die Drohstellung. Bei dieser halten die ♀♀ dagegen die gestreckten Vorderbeine nach oben. Außerdem spreizen sie die Vorderbeine nicht so weit vom Cephalothorax ab wie bei der Drohstellung, sondern halten sie fast parallel zur Körperlängsachse.

4. Schwenken des Abdomens der ♀♀

Mit Sicherheit sind die ♀♀ begattungsbereit, wenn sie den Cephalothorax schräg nach unten senken und das nach oben weisende Abdomen kräftig, ruckartig um die eigene Achse drehen. Die Drehung erfolgt so stark, daß die Epigyne fast nach oben zeigt. Diese Stellung erleichtert den ♂♂ die Insertion. Heben die ♀♀ ihr Abdomen nicht stark genug, so greifen die aufgestiegenen ♂♂ mit den Palpen unter das Abdomen und ziehen es zu sich heran, d. h. nach oben. Diesem Drehen des ♀ - Abdomens bei Lycosiden ist in der Literatur bisher nicht genügend Aufmerksamkeit geschenkt worden. Das Abdomendrehen, als Zeichen starker Begattungsbereitschaft, beobachtete ich auch bei Pardosa amentata - ♀♀. MELCHERS (1962) berichtet vom Drehen des ♀ - Abdomens bei Cupiennius, NAPPI (1965) vom Drehen der Abdomen von begattungswilligen ♀♀ von Lycosa helluo, wenn die ♂♂ aufgestiegen sind. DREES (1952) beschreibt ein entsprechenden Verhalten der Salticiden. Die aufgestiegenen ♂♂ lösen es durch Vorderbeintrommeln auf das ♀ - Abdomen aus. ENGELHARDT (1964) erwähnt für die Gattung Trochosa kein entsprechendes Verhalten der ♀♀. Er beschreibt vielmehr für Trochosa terricola, daß das ♂ das Abdomen des ♀ beim Insertionswechsel mit Palpen und Vorderbeinen in die entsprechende Stellung drehte. Die gleiche Beobachtung machte ich bei Alopecosa barbipes.

III. Schema der Reaktionskette des Paarungsverhaltens

Bevor ich auf die zu erwartende große Variationsbreite innerhalb der Reaktionskette im Paarungsverhalten von P.piraticus eingehe, möchte ich zunächst ein allgemeines Schema aufstellen, wie es sich nach dem Vergleich einer größeren Anzahl von Paarungen ergibt.

1. Annäherung

Hat das P.piraticus - ♂ das ♀ bemerkt, nähert es sich diesem mit ruckartigen Bewegungen. Bald beginnt es mit dem Vorderbeintrommeln. Gleichzeitig gibt das ♂ seine Erregung durch Schwingen mit dem gesamten Körper zu erkennen. Oftmals hält es in seiner Annäherung inne, putzt die Palpen und Beine, indem es sie durch die Chelizeren zieht. Wie schnell sich das ♂ dem ♀ nähert und mit welcher Intensität es balzt, richtet sich nach dem Verhalten des ♀ und dem Aktualspiegel des ♂. War das ♀ vor dem Beginn der Balzhandlungen noch nicht auf das ♂ ausgerichtet, so wendet es sich spätestens jetzt diesem zu. Ist das ♀ erregt, so schiebt es sich mit langsamen und tastenden Beinbewegungen in der beschriebenen Haltung auf das ♂ zu.

2. Die Begegnung von ♂ und ♀

Das ♂ berührt mit seinen Vorderbeinen die des ♀. Die Erregung des ♂ steigert sich, was am verstärkten Vorderbeinschlagen und Schwingen mit dem gesamten Körper zu erkennen ist. Wehrt das ♀ nicht ab, so nähert sich das ♂ sogleich weiter und betrommelt mit seinen Vorderbeinen und Palpen Vorderbeine und Cephalothorax des ♀. Ist das ♀ begattungswillig, so zieht es die Vorderbeine an und winkelt sie in für die Situation kennzeichnender Weise ab. Nähert sich das ♂ zu schnell, oder ist das ♀ nicht begattungswillig, so weist es das ♂ mit einem

kurzen, blitzschnellen Ausfall ab. Vorher zeigt das ♀ dem ♂ die Drohstellung oder zumindest die abweisende Haltung. Oft stellte ich fest, daß das ♀ das ♂, wie in einem Ringkampf, mit den zur Drohgebärde erhobenen Vorderbeinen nach unten, hinten wegdrückte. Das kleinere und schwächere ♂ wurde so am Aufsteigen gehindert.

In mehreren Fällen (ca. 5) wurden ♂♂, die versuchten begattungsunwillige ♀♀ von vorne zu besteigen, von diesen überrannt und getötet. Oft trennte ich ♂♂ und ♀♀ noch rechtzeitig.

3. Die Paarung

Das ♂ schiebt sich unter lebhaftem Klopfen mit Vorderbeinen und Palpen in der für alle Lycosiden charakteristischen Weise von vorne langsam auf das ♀ auf. Das ♀ neigt den Cephalothorax leicht nach vorne und verhält sich ruhig. Beim Aufsteigen muß sich das ♂ zwischen den Vorderbeinen des ♀ hindurchschieben. Das gelingt dem ♂ nur beim begattungswilligen ♀. Das ♂ beginnt beim Aufsteigen mit dem stark angewinkelten 3. Beinpaar an den Chelizeren, den Coxen und schließlich in der Vulvengegend des ♀ zu streichen. Auf diesen Reiz hin stellt das ♀ sein Abdomen steil nach oben und dreht es einige Male kräftig um die eigene Achse. Durch das Heben und Drehen des Abdomens erleichtert das ♀ dem ♂ die Insertion. Das ♂ greift jetzt mit dem Palpus unter das Abdomen und zieht dieses, falls notwendig, noch kräftig zu sich heran. Dann inseriert das ♂ einen Palpus in der für Lycosiden kennzeichnenden Stellung. Beim Lösen des Palpus aus der Vulva zeigt das ♂ manchmal das beschriebene Abdomenzittern. Hat das ♂ mit einem Palpus die Insertion beendet, und will es den anderen Palpus inserieren, so betrillert es, mit dem linken und dem rechten Palpus abwechselnd, lebhaft den Rücken des

♀ - Abdomens. Oft führt das ♂ gleichzeitig streichende Bewegungen mit dem 3. Beinpaar in der Vulvengegend aus. Das ♀ dreht daraufhin sein Abdomen in die entsprechende Lage und ermöglicht dem ♂ eine weitere Insertion. Selten putzt das ♂ zwischen 2 Insertionen seine Palpen. Am Ende einer Kopulation schiebt sich das ♂ unter Abdomenzittern und leichtem Schwingen des gesamten Körpers langsam herunter. Selten löst es sich schnell und springt ab. Beim langsamen Absteigen des ♂ stellte ich fest, daß es die Vorderbeine waagrecht ausstreckt. Der Berührungsreiz zwischen ♂ und ♀ wird auf diese Weise möglichst lange aufrecht erhalten. Wahrscheinlich verbleibt dann das ♀ länger starr, in der bereits bei der Kopulation eingenommenen Stellung, stehen. Während nach Untersuchungen von ENGELHARDT (1964) die ♀♀ der Gattung Trochosa noch minutenlang nach Beendigung der Kopulation in der Begattungsstellung stehen bleiben, verharren die P.piraticus - ♀♀ nur kurze Zeit regungslos (siehe S. 19). Manchmal droht das ♀ das ♂ bereits nach dem Absteigen mit erhobenen Vorderbeinen an.

Übersicht über die Verhaltensweisen bei Balz und Kopulation

Reaktionen des ♂ — **Reaktionen des ♀**

Erkennen des ♀;
Vorderbeintrommeln,
Schwingen des gesamten
Körpers ——→ Zuwendung
Annäherung mit tastenden Beinbewegungen

Annäherung und Berührung mit
den Vorderbeinen,
verstärkte Erregung,
Beklopfen und Bestreichen
der Vorderbeine und des
Cephalothorax des ♀ ——→ Heben und Abwinkeln der Vorderbeine

langsames Aufsteigen und
Bestreichen der Vulvengegend mit dem 3. Beinpaar ——→ Heben und kräftiges Drehen des Abdomens

greift mit den Palpen unter
das Abdomen und inseriert den
linken bzw. rechten Palpus

↓

Beendigung der Insertion

↓

Palpentrommeln auf dem Abdomenrücken und Vulvenstreichen mit
dem 3.Beinpaar ——→ Drehen des Abdomens in die entsprechende Lage

Insertion des anderen Palpus

↓

Abdomenzittern und langsames
Abschieben unter leichtem
Schwingen des gesamten Körpers

IV. Kopulation

Vergleicht man die Kopulationsdauer von P.piraticus mit der anderer Lycosiden, so fällt auf, daß sie ausgesprochen kurz ist. Als Durchschnittswert aus den Daten von 22 aufgeführten Kopulationen (Tab.1) ergibt sich eine Kopulationsdauer von nur 61 Sek. Während der Kopulation inseriert das ♂ ca. 2-mal (1 - 4) mit einer Gesamtinsertionsdauer von durchschnittlich nur 35 Sek. Die erste Insertion führten die ♂♂ sowohl mit dem linken als auch mit dem rechten Palpus aus. Linker und rechter Palpus werden auch nicht immer streng alternierend gebraucht. ♂♂ und ♀♀ mit stärkerer Paarungsbereitschaft wiederholen die Kopulation in kürzeren Abständen.

--

Pardosa amentata (CLERCK) (1757) hat nach meinen Beobachtungen eine mittlere Kopulationsdauer von 47 Min. Diesen Durchschnittswert erhielt ich aus 11 Kopulationen (Maximum: 80 Min., Miniumm 22 Min.). Für Alopecosa barbipes (SUNDEVALL) (1832) stellte ich eine durchschnittliche Kopulationszeit von 5 Min. fest. Bei 6 Beobachtungen lag das Maximum bei 12 Min. und das Minimum bei 2 Min. (Tab 2).

In der Literatur fand ich folgende Kopulationsdauer bei Lycosiden:

Tierart	Kopulationsdauer	Autor
Hogna crassipes (WALCKENAER)	1 St. 15 Min.	(MONTGOMERY 1903)
" " "	13 "	"
Lycosa bilineata (EMERTON)	47 "	"
" "	1 St. 27 "	"
Pardosa lugubris (WALCKENAER)	4 "	"
Rabidosa rabida (WALCKENAER)	59 "	"
" "	55 "	"
Pardosa nigropalpis (EMERTON)	9 "	"
" "	7 "	"
Pardosa amentata (CLERCK)	7 "	"
Trochosa infernalis (LENDL)	65 "	"
Trochosa reticulata (MENGE)	3 "	"
Pardosa pullata (CLERCK)	1 " 30 "	(LOCKET 1923)
Alopecosa cursor (HAHN)	36 "	30 Sek. "
Trochosa ruricola (De GEER)	"	"
Hogna radiata (LATREILLE)	30 "	(BERLAND 1933/34)
Pardosa milvina	13-15"	(KASTON 1936)
Pardosa modica	29-36"	"
Pardosa emertoni	3 " 26 "	"
Pardosa saxatilis	20-40"	"
Pardosa banksi	2 "	"
Pardosa lapidicina	2 "	"
Lycosa helluo	8 "	"
Trochosa terricola (THORELL)	2 " 9 "	(ENGELHARDT 1964)
Trochosa ruricola (De GEER)	20 "	"
Trochosa spinipalpis (CAMBR.)	1 " 32 "	"
Trochosa robusta (SIMON)	2 " 24 "	"

Auch die Anzahl der Insertionen von P.piraticus während einer Kopulation ist entsprechend der kurzen Dauer gering. In der Regel inseriert das P.piraticus - ♂ mit jedem Palpus nur je 1-mal. ENGELHARDT (1964) beobachtete bei Trochosa robusta (SIMON) (1876) maximal 94 Insertionen. Für Pardosa amentata (CLERCK) (1757) ermittelte ich aus 6 daraufhin beobachteten Kopulationen einen Mittelwert von 26 Insertionen (Maximum: 44, Minimum: 14). Für Alopecosa barbipes (SUNDEVALL) (1832) erhielt ich aus 4 beobachteten Kopulationen einen Mittelwert von 6 Insertionen (Maximum: 12, Minimum: 4). In der Literatur fand ich hierüber nur spärliche Angaben.

Autor	Zahl der Insertionen	Tierart
(LOCKET 1923)	ca. 36	Pardosa pullata (CLERCK) 1757
"	19	" nigriceps (THORELL) 1856
"	4	Alopecosa cursor (HAHN) 1831
"	6	Trochosa ruricola (De GEER) 1878
(MONTGOMERY 1903)	105	Hogna crassipes (WALCKENAER) 1837
"	126	" "
"	64	Lycosa bilineata (EMERTON)
"	140	" "
"	98	Rabidosa rabida (WALCKENAER)
"	167	" "
"	mehrere hundert	Pardosa lugubris (WALCKNAER)
"	24	" nigropalpis (EMERTON)
"	109	Trochosa infernalis (LENDL)
(BERLAND 1933/34)	ca. 12	Hogna radiata (LATREILLE) 1819

Der Ernährungszustand wirkt sich auf die Paarungsbereitschaft (vor allem der ♀♀) und die Kopulationsdauer aus. So konnte ich die Balzhandlungen der P.piraticus - ♀♀ besonders gut an solchen Tieren beobachten, die vor dem Zusammensetzen mit einem ♂ längere Zeit so viele Drosophilen erhalten hatten, wie sie gerade fraßen.

Hat ein P.piraticus - ♀ kurz vor der Kopulation eine Beute angenommen, so legt es diese auch während der Kopulation nicht ab. Für die Begattung stellt die Beute jedoch keinen Schlüsselreiz dar, wie das für Pisaura mirabilis (CLERCK) (1757) bekannt ist. GERHARDT (1926) gibt für Dolomedes fimbriatus (CLERCK) an, daß ein ♂ sich nur dann ernsthaft nähert, wenn das ♀ frißt. Meine Beobachtungen über diese Art bestätigten das nicht (4 Kopulationen).

V. Beobachtungen über die Reaktionsbreite beim Paarungsverhalten

1. Unterschiedliche Stärke des Paarungstriebes

a) ♂ und ♀ sind begattungswillig, zeigen aber kein lebhaftes Verhalten.

Protokoll vom 18. 8.:

Nachdem das ♂ bereits über 1 Min. lang in dem leeren ♀ - Gefäß gebalzt hat, gebe ich das ♀ dazu.

12.33: ♂ und ♀ sitzen ruhig, ♂ putzt Palpen.

12.36: ♀ geht ganz langsam auf ♂ zu, ♀ berührt mit ausgestreckten Vorderbeinen ♂ an den Hinterbeinen, ♂ dreht sich um, ♂ beginnt mit Vorderbeintrommeln und schwingt mit dem gesamten Körper, ♂ inseriert rechten Taster, ♂ springt ab; ♂ nähert sich wieder, ♀ verharrt, ♂ steigt auf ♀ auf, inseriert linken Palpus, nach 4 Sek. springt ♂ wieder ab, ♀ folgt ♂ etwas, ♂ putzt Palpen.

12,40: ♂ putzt Palpen und Vorderbeine, ♀ sitzt ruhig.

12.41: ♂ entfernt sich ca. 2 cm vom ♀.

12.42: ♂ putzt.

b) ♂ gelangt trotz heftigen Werbens beim begattungsunwilligen ♀ nicht zur Insertion.

Protokoll vom 2. 8.:

11.50: ♀ spinnt eine Gespinnströhre, ♂ hängt am Netzrand und schwingt heftig mit dem gesamten Körper, ♀ wendet sich ♂ zu, zeigt keine Balzhandlungen, ♂ versucht zwischen den ♀ - Vorderbeinen hindurch aufzusteigen;
♂ bestreicht mit dem 3. Beinpaar die ♀ - Cheliceren und mit den Palpen trommelt es auf ♀ - Cephalothorax, ♀ drängt ♂ mit seinen hoch erhobenen Vorderbeinen zurück, ♀ spinnt an der Röhre weiter;
♂ schwingt wieder kräftig mit dem gesamten Körper und trommelt mit den Vorderbeinen, ♀ wendet sich ♂ zu, ♂ beginnt aufzusteigen, ♂ betrommelt mit Palpen ♀ - Cheliceren, schiebt sich kraftvoll weit zwischen ♀ - Vorderbeinen hindurch, versucht mit dem Palpus die Epigyne zu erreichen, das 4. Beinpaar des ♀ stört jedoch, da ♀ sein Abdomen nicht nach oben gerichtet hat, ♂ steigt ab, ♀ spinnt weiter;
♂ nähert sich erneut heftig mit dem ganzen Körper schwingend, besteigt ♀, versucht mit dem rechten Palpus zu inserieren, ♂ wendet sich und versucht es mit dem linken Palpus, gelangt dabei mit seinem Palpus unter ♀ - Abdomen bis an die Epigyne, ♂ gelingt die Insertion nicht, da ♀ sein Abdomen etwas nach unten gekrümmt hält;
♂ versucht noch mehrmals ohne Erfolg zu inserieren.

12.15: ♀ beginnt mit dem Weben der Grundplatte für den Eikokon, ♂ sitzt ruhig in ca. 1 cm Abstand.

c) ♀ zeigt große Begattungsbereitschaft, es ist ausgeprägtes Balzverhalten erkennen.

Protokoll vom 9. 8.:

Das ♀ wird seit dem 27. 5. in Gefangenschaft gehalten. Am 21. 6. erreichte es die Geschlechtsreife. Zu dem ♀ setze ich zum erstenmal ein ♂.

14.44: setze ♂ in die Glasschale zum ♀.

46: ♂ trommelt mit den Vorderbeinen, nähert sich ♀ von hinten, ♀ springt auf ♂ zu, ♂ zieht sich zurück.

48: ♀ nähert sich langsam ♂ und schwingt schwach mit dem ganzen Körper, ♂ wendet sich ♀ zu, ♂ legt seine Vorderbeine auf ♀ - Vorderbeine, ♀ schwenkt Abdomen und stellt es hoch.

49: ♂ bleibt ruhig sitzen, ♀ wendet sich ab.

15.55: nehme das ♂ heraus, setze anderes ♂ zu dem gleichen ♀.

56: ♀ fängt 2 Drosophilen, die noch von der letzten Fütterung her in seiner Glasschale sitzen.

16.04: ♀ schiebt sich ganz langsam mit ausgestreckten Vorderbeinen an ♂ heran, ♂ betrillert ♀ mit den Vorderbeinen und den Palpen, ♀ schwenkt aufgerichtetes Abdomen heftig nach links und rechts um die eigene Achse, die Vulveneingänge zeigen fast nach oben, ♂ steigt sofort auf, inseriert mit dem rechten Palpus, nach 16 Sek. beendet ♂ die Insertion, trommelt abwechselnd mit den Palpen auf die Rückseite des ♀ - Cephalothorax, ♀ dreht das Abdomen auf die andere Seite, ♂ inseriert mit dem linken Palpus, ♂ beendet nach 15 Sek. die Insertion, sitzt noch 23 Sek. ruhig auf dem ♀ und steigt dann unter Abdomenzittern ab.

07: ♀ nähert sich ♂, ♀ legt ein Vorderbein auf ♂ - Cephalothorax, ♂ putzt Palpen, ♀ pumpt mit dem ganzen Körper und hebt das Abdomen etwas hoch, ♂ zeigt keine Reaktion, ♀ läuft weg.

10: ♂ und ♀ sitzen sich im Abstand von ca. 2,5 cm bewegungslos gegenüber.

16.15: ♀ schiebt sich langsam mit ausgestreckten Vorderbeinen an ♂ heran.

16: ♀ berührt ♂ - Hinterbein, ♂ weicht nach vorne aus.

19: ♀ nähert sich erneut, ♂ entfernt sich, ♀ folgt eine kurze Strecke.

22: ♀ berührt ♂ - Vorderbeine, ♂ putzt sich, ♀ dreht erhobenes Abdomen hin und her, ♂ weicht aus.

16.25: nehme 2. ♂ heraus und gebe 3. ♂ zum gleichen ♀ in die Schale.

♀ nähert sich mit charakteristischen, langsamen, schleichenden Bewegungen, ♂ bestreicht ♀ - Vorderbeine und Cephalothorax mit seinen Vorderbeinen, ♀ hebt und dreht Abdomen, ♂ steigt auf.

27: ♂ inseriert linken Palpus für 19 Sek. ♂ beendet Insertion und sitzt noch 27 Sek. ruhig auf ♀, ♂ steigt dann langsam ab, ♀ greift ♂ mit drohend erhobenen Vorderbeinen an, ♂ droht ebenfalls, zieht sich jedoch zurück.

30: ♂ und ♀ putzen ihre Palpen, ♂ bestreicht auch sein Abdomen mit 3. und 4. Bein.

35: ♀ nähert sich ♂, ♂ betrommelt mit seinen Vorderbeinen ♀ - Vorderbeine und ♀ - Cephalothorax, ♀ hebt sein Abdomen, ♂ steigt auf, ♂ bestreicht mit dem 3. Beinpaar die Vulvengegend, ♀ hebt sein Abdomen noch stärker an, ♂ inseriert mit rechtem Palpus 17 Sek., ♂ trommelt mit Palpen auf ♀ - Abdomen, ♀ dreht Abdomen in die gewünschte Lage (z. B. ♂ klopft rechts, ♀ dreht nach links), ♂ steigt ohne inseriert zu haben ab.

38: ♂ bedroht das sich nähernde ♀, ♀ weicht aus.

39: ♀ entfernt sich vom ♂, breche den Versuch ab.

d) ♂ und ♀ zeigen lebhaftes Verhalten

Protokoll vom 12. 8.:

10.51: gebe ♂ zu ♀, ♂ läuft mit den Vorderbeinen trommelnd auf ♀ zu, verharrt, betrommelt ♀ - Vorderbeine und ♀ - Cephalothorax und steigt auf, ♂ bestreicht mit 3. Beinpaar die Vulvengegend, ♀ hebt Abdomen, ♂ inseriert mit dem linken Palpus 19 Sek., ♂ beendet die Insertion und sitzt 13 Sek. ohne zu inserieren auf ♀, ♂ zittert mit dem Abdomen, ♂ trommelt mit linkem und rechtem Palpus abwechselnd auf ♀ - Abdomen, ♀ dreht sein Abdomen, ♂ inseriert rechten Palpus 13 Sek. lang, ♂ beendet die Insertion, sitzt noch 16 Sek. auf ♀, ♂ steigt dann ab.

54: ♂ bedroht ♀, ♀ flüchtet.

11.15: ♀ nähert sich ♂, ♂ droht, ♀ entfernt sich, ♂ greift ♀ an, ♀ überrennt ♂, beißt aber nicht zu.

2. Gefahren für die ♂♂ bei der Kopulation

Nach einer Paarung kann es zwar zum gegenseitigen Drohen der ♂♂ und ♀♀ kommen, ♂♂ und ♀♀ verletzen sich aber in der Regel nicht. In einem Fall beobachtete ich sogar, daß sich ein P.piraticus - ♂ und ♀ wenige Minuten nach dem Drohen wieder paarten (siehe S. 17). Aus dem Protokoll für das sehr begattungswillige ♀ (siehe S. 15) ist weiter zu ersehen, daß nicht immer das ♂ der sich nähernde Partner ist. Daß jedoch die Balz für die P. piraticus - ♂♂ vor den ♀♀ nicht immer ohne Gefahr ist, zeigen folgende Beobachtungen.

a) Ein P.Piraticus - ♀ stürzte auf ein balzendes ♂ und entriß ihm ein Hinterbein. In einem anderen Fall wurde ein balzendes ♂ getötet und gefressen.

b) In einem weiteren Versuch griff ein ♀ ein balzendes ♂ an, das ♂ versuchte trotzdem aufzusteigen. Das ♀ und das ausnehmend kräftige ♂ rauften. Nach dem kurzen Kampf zog sich das ♀, an einer Coxa blutend, zurück.

c) Nachdem das ♂ bereits das ♀ bestiegen und 2 Sek. mit einem Palpus inseriert hatte, habe ich beobachtet, daß das ♀ das ♂ plötzlich abwarf und augenblicklich tötete. (Das Verhalten dieses ♀ ist mir unerklärlich.)

3. Abgekürzte Balzverhalten

Die verschiedenen Phasen der Balzhandlungen können unterschiedlich stark ausgeprägt sein oder sogar teilweise ganz wegfallen.

Beim P.piraticus - ♂ werden die Balzhandlungen der Annäherung: Vorderbeintrommeln und Schwingen mit dem gesamten Körper manchmal nur angedeutet oder fallen ganz weg. Das beobachtete ich vor allem, wenn sich

das ♀ dem ♂ mit den Zeichen der Paarungsbereitschaft (leicht nach abwärts ausgestreckte Vorderbeine, aufwärts gerichtetes Abdomen) näherte. Manchmal versuchten P.piraticus - ♂♂ auch solche ♀♀, die mit gespreizten Chelizeren in der Drohstellung vor ihnen standen, ohne vorausgegangene Balz zu besteigen. Das Beklopfen der ♀ - Vorderbeine und des ♀ - Cephalothorax durch das ♂ und das Streichen mit dem 3. Beinpaar in der Vulvengegend habe ich immer, wenn auch oft nur kurz, beobachtet.

Beim ♀ können die weit schwächer als beim ♂ ausgeprägten Balzhandlungen des Vorderbeinschlagens und des Schwingens mit dem gesamten Körper beim Paarungsverhalten wegfallen. Unbedingt notwendig sind jedoch die anschließenden Phasen, das Anwinkeln der Vorderbeine und das Heben und Drehen des Abdomens. Das ♂ steigt nur dann auf und führt die Palpen ein.

4. Verhalten nach Beendigung der Paarung

Obwohl die Akinese der Paarung bei den P.piraticus - ♀♀ nicht lange währt, steigen die ♂♂ in der Regel langsam ab. Oft kommt es dann, sobald das ♂ abgestiegen ist, zu einem gegenseitigen Drohen. Ich habe des öfteren beobachtet, daß das ♀ dem ♂ folgte, und das ♂ das ♀ mit erhobenen Vorderbeinen abwehrend, sich rückwärts laufend zurückzog. Es kam auch vor, daß das ♂ das heftig wehrende ♀ weiter verfolgte. Daß während der Paarung auch bei den P.piraticus - ♀♀ eine Bewegungsstarre eintritt, zeigt deutlich folgende Beobachtung. Ein P.piraticus - ♀ blieb nach erfolgter Kopulation noch 42 Sek. in der für die Kopulation typischen Haltung mit erhobenem Abdomen unbeweglich stehen. ENGELHARDT (1964) gibt für seine Beobachtungen an Trochosen einen Mittelwert von 5 Min. an.

VI. Beobachtungen zum Problem der Auslöser der Balzhandlungen

Als Auslöser der Balzhandlungen kommen optische, chemische und taktile Reize infrage. Da sich die chemischen und taktilen Reize schwer trennen lassen, stelle ich sie als chemotaktische Reize zusammengefaßt den optischen gegenüber.

Aufgrund der auffallenden Balzbewegungen denkt man zunächst daran, daß für die Auslösung der Balz die optischen Reize allein entscheidend sind. Dagegen stellte ich in 4 Versuchen fest, daß P.piraticus - ♂♂ auch in leeren Glasgefäßen balzten, in denen sich vorher ein adultes P.piraticus - ♀ befand. Die Balz wird sofort ausgelöst, wenn die ♂♂ auf ein Stück ♀♀ - Gespinst gesetzt werden. Das zeigt, daß die chemisch-taktilen Reize eine wichtige Rolle spielen. Nach den Untersuchungen von ENGELHARDT (1964) über das Auffinden der Trochosa-♀♀ durch die ♂♂ sind artcharakteristische Duftstoffe verantwortlich. Er stellte fest, daß die Trochosa - ♂♂ Wegefäden der ♀♀ verfolgten und daß die ♂♂ - Balz durch Duftstoffe und nicht durch Tastqualitäten ausgelöst wird.

In einem weiteren Versuch setzte ich zu einem P.piraticus - ♂, das seine Paarungsbereitschaft durch vorhergehende Balzbewegungen gezeigt hatte, ein so eben getötetes P.piraticus - ♀. Mit einer Pinzette faßte ich ein ♀ - Vorderbein und bestrich die Vorderbeine und den Cephalothorax des ♂. Dabei löste ich mehrmals Vorderbeintrommeln und Schwingen des gesamten Körpers beim ♂ aus. Schließlich stieg das ♂ auf und griff sogar mit dem Palpus unter das Abdomen und versuchte zu inserieren. Die Berührungsreize wirkten offensichtlich als Auslöser für die Balzbewegungen des ♂.

Daß für die Phase der Tastereinführung die taktilen Reize eine entscheidende Rolle spielen, zeigt die folgende Beobachtung. Ein P.piraticus - ♂ balzte vor einem Kokon tragenden ♀ und bestieg es. Beim Versuch zu inserieren stieß es mit dem Palpus an den Kokon. Das ♂ erstarrte in seiner Bewegung, stieg langsam vom ♀ ab und versuchte keine weitere Besteigung mehr. Normalerweise hätte das ♂ bei einem erfolglosen Insertionsversuch unter Verstärkung seiner Balzhandlungen sogleich wieder versucht, das ♀ zu besteigen und seinen Palpus in die Vulva einzuführen.

Daß die ♂♂ nicht nur vor adulten ♀♀ balzen, wird aus den folgenden Beobachtungen ersichtlich. In 3 Versuchen balzten P.piraticus - ♂♂ auch vor subadulten ♀♀. Zweimal beobachtete ich sogar ♂♂, die vor anderen ♂♂ balzten. Ein ♂ versuchte mehrmals ein anderes P.piraticus-♂, das viel schwächer war und sich ziemlich passiv verhielt, zu besteigen, obwohl sich in der gleichen Glasschale auch ein adultes P.piraticus - ♀ befand.

Über die Auslösung der Balzhandlungen bei Lycosiden gibt es noch keine eindeutigen Erklärungen. Nach KASTON (1936) und ENGELHARDT (1964) kann die Balz sowohl durch chemotaktische wie auch durch optische Reize ausgelöst werden. Im Freiland wirken sicherlich beide Reizfaktoren zusammen.

C. Brutfürsorge

I. Beschaffenheit des Kokons

Die ♀♀ bauen Ende Mai bis Anfang Juni den ersten Kokon. Der frisch gebaute Kokon ist zartblau (vgl. S. 32). Der Kokon ist fast drehrund; seine Durchmesser (durchschnittlich 3,5 - 4,5 mm) verhalten sich wie 1 : 1,1 (vgl. Tab. 29-32). Für das Kokongewicht erhielt ich von 24 Kokons (Tab. 3) einen Mittelwert von 27 mg (Grenzwerte 0,2 mg und 1,0 mg). Davon entfallen durchschnittlich 0,5 mg Gewicht (Grenzwerte 0,2 mg und 1,0 mg) auf die Kokonhülle (Tab. 3). Die Eizahl eines Kokons beträgt im Mittel 80 (Grenzwerte 40 und 130) (Tab. 3). Die ♀♀ tragen die Kokons bei Zimmertemperatur 2o - 23 Tage (Tab. 4), dann schlüfen die Jungen aus den von den ♀♀ geöffnetem Kokons. Bis Ende August, Anfang September fand ich immer noch ♀♀ mit Kokon. Die P.piraticus - ♀♀ bauen wie die anderen Lycosiden - ♀♀ mehrere Kokons in einem Jahr.

II. Kokonbau

Im einfachsten Fall besteht der Spinnenkokon aus einer einzigen um die Eier gewebten Schicht (Dysderidae). Der Lycosidenkokon besteht aus 3 Hüllschichten. Auf eine locker gesponnene innere Schicht folgt ein straff gespanntes Gewebe, das den Aufbau aus einer Deckplatte deutlich erkennen läßt. Die Fäden des äußersten Gewebes überziehen die beiden inneren Kokonschichten nur mit einer dünnen Lage.

Der Kokonbau der Lycosiden läuft, wie ein Vergleich meiner Beobachtungen an Pardosa amentata, Pardosa paludicola, P.piraticus mit den Beschreibungen anderer Autoren ergab, nach einem einheitlichen Schema ab. Richtige Beobachtungen finden sich bereits in der älteren Literatur (HENKING 1891,

[illegible] einer Basal- und

MOENKHAUS 1901, FARBE 1903, MONTGOMERY 1903, TRANI 1906). Die Beschreibungen dieser Autoren ließen jedoch noch zahlreiche Fragen offen, da sie sich meist auf wenige und zum Teil unvollständige Beobachtungen stützen. Der Kokonbau ist nicht immer leicht zu beobachten. Viele Lycosiden (z. B. die Gattungen Tarentula, Trochosa, Pirata) bauen ihren Kokon in einem kugelförmigen Gespinst, das sie zwischen Pflanzenteilen versteckt oder in einer Erdhöhle anlegen. Wird der Kokon dagegen auf der freien Bodenoberfläche gebaut (Gattung Pardosa), so erfolgt der Bau in der Dämmerung (vgl. S. 23). Eine treffende Beschreibung des Kokonbaues von Pardosa amentata gibt VLIJM (1962) und von Trochosa-Arten ENGELHARDT (1964). P.piraticus legt vor dem Kokonbau ein mehr oder weniger kugelförmiges Gespinst an und befestigt dieses ähnlich wie die ebenfalls feuchtigkeitsliebende Trochosa spinipalpis zwischen Pflanzenteilen. Zum Vergleich beobachtete ich auch den Kokonbau von Pardosa amentata und Pardosa paludicola. Diese letztgenannten Arten bauten nach meinen Beobachtungen (ca. 10) ihre Kokons vorwiegend in den Morgen- (4 - 6 Uhr) oder Abendstunden (18 - 21 Uhr). Bei P.piraticus beobachtete ich den Kokonbau auch um die Mittagszeit. Für die Gattung Trochosa stellte ENGELHARDT (1964) ebenfalls keine bestimmte Tageszeit fest. Da die ♀♀ der Gattung Trochosa wie die von P.piraticus ihren Kokon in Nesthöhlen bauen, richten sie sich nicht nach bestimmten Tageslichtverhältnissen.

P.piraticus baut nach meinen Beobachtungen auch zum Zeitpunkt der Kokonöffnung (vgl. S. 87) und der Häutungen Gespinste, in die sie sich zurückzieht. Die Exuvien fand ich immer aufrecht auf den Geweben stehend, während sie bei Pardosa amentata stets kopfüber hängend mit den Tarsen und den Spinnwarzen an Pflanzenteilen befestigt waren. Auch die Trochosen häuten sich in hängender Stellung. Häutungen in der auch bei Spinnen an-

derer Familien üblichen hängenden Haltung beobachtete MONTGOMERY (1903) bei Hogna crassipes WALCK. und Rabidosa rabida WALCK.

Ist P.piraticus beim Kokonbau mit dem kugelförmigen Gespinst fertig, zieht sie am Grund desselben mehrere straffe Fäden. Entsprechende Beobachtungen machten VLIJM (1962) und ENGELHARDT (1964) bei ihren Untersuchungsobjekten. Auch bei HENKING (1891) und MONTGOMERY (1903) finden sich diesbezügliche Hinweise. Das Anlagen dieser straff gespannten Gerüstfäden ist bei Pardosa amentata besser zu beobachten als bei P.piraticus. Von einem Punkt aus zieht Pardosa amentata nach allen Seiten Fäden und befestigt sie an Pflanzenteilen und hervorstehenden Bodenpartikeln. Die Gerüstfäden liegen in ihrem Schnittpunkt am tiefsten und steigen unter Winkeln bis zu 30° an. Bei der Befestigung dieser Fäden nutzten die in Glasgefäßen gehaltenen ♀♀ jede Möglichkeit geschickt aus. Oft bauten sie ihren Kokon in einer Ecke des Zuchtgefäßes. Daß sich die Spinnen sogar Bodenunebenheiten durch Ausheben von Vertiefungen schaffen, wie es MOENKHAUS (1901) von einer Pardosa spec. berichtet, beobachtete ich bei Pardosa amentata nicht. MONTGOMERY (1903) berichtet von mehreren Fällen, in denen verschiedene Lycosiden - ♀♀ ihren Kokon auf einen in das Versuchsgefäß gegebenen Wassertropfen anlegten. Der Kokonbau endete deshalb jeweils mit einem Mißerfolg. MONTGOMERY sucht den Grund für dieses Verhalten der ♀♀ in der Tastqualität des Wassers. Vielleicht hatten die ♀♀ in den Gefäßen zu wenig Möglichkeiten, ein Kokongerüst mit ansteigenden Fäden anzufertigen und suchten deshalb einen vorgelegten Wassertropfen in den Kokonbau einzubeziehen. Das Ansteigen der Gerüstfäden ist im Zusammenhang mit der schräg gebauten Grundplatte des Kokons bei der Eiablage wichtig (vgl. S. 28).

Bei P.piraticus beobachtete ich, daß die ♀♀ - genau wie die Pardosa amentata - ♀♀ - Gerüstfäden mit unterschiedlichen Einfallswinkeln ziehen. ENGELHARDT (1964) gibt für die Gattung Trochosa an, daß die ♀♀ waagrechte Fäden spannen. Diese Gerüstfäden bilden dann die Unterlage, auf die die Grundplatte des Kokons gewebt wird.

Das ♀ von Pardosa amentata und P.piraticus steht auf den Gerüstfäden, wenn es mit dem eigentlichen Kokonbau beginnt. Aus weit gespreizten Spinnwarzen tritt ein breites Fadenband aus, das das ♀ durch kräftiges Auftupfen der Spinnwarzen auf der Unterlage befestigt. Die Spinne pendelt dabei mit dem Abdomen zwischen den Hinterbeinen hin und her und befestigt das Fadenband jeweils dicht neben den Hinterbeinen. Das Abdomen führt das ♀ dabei in engen Bogen in Richtung Cephalothorax. Bei jeder Pendelbewegung krümmt es das Abdomen stärker ab. Zusätzlich schiebt die Spinne ihren Körper nach vorne, ohne daß sie ihre Beinstellung ändert. Während das ♀ seine Hinterbeine streckt, krümmt es die Vorderbeine ab. Auf diese Weise gelangt die Spinne mit immer kürzeren Pendelbewegungen des Abdomens mit ihrer Spinntätigkeit bis zur Mitte der entstehenden Grundplatte. P.piraticus gelangt mit den Spinnwarzen im Gegensatz zu Pardosa amentata, sogar bis zum gegenüberliegenden Rand der Grundplatte. Anschließend dreht sich die Spinne um etwa 60° und bespinnt den nächsten Kreissektor. Nach wenigen Minuten werden die Pendelbewegungen schneller, und die Spinne befestigt das Fadenband durchschnittlich einmal auf der Strecke zwischen den Hinterbeinen. Bereits nach etwa 10 Min. hebt sich die Grundplatte deutlich von den Gerüstfäden ab. Die einzelnen Sektoren des Bespinnens sind bei genauer Betrachtung noch gut am Außenrand der Grundplatte zu erkennen, denn der äußerste Rand weist die Gestalt eines Vierecks auf. Die Form der Grundplatte selbst ist rund.

Beim Weben der Grundplatte führt das ♀ sein Abdomen flach. So ist es in der Lage das Fadenband straff zu spannen. Weiterhin fällt auf, daß die Spinne mit ihren Beinen während des gesamten Kokonbaues niemals auf der Grundplatte steht. Darauf weisen auch MONTGOMERY (1903) und ENGELHARDT (1964) hin. Die Spinne setzt die Palpen und Vorderbeine am Vorderrand der Grundplatte und die Hinterbeine am gegenüberliegenden Rand auf. Verändert sie ihre Stellung, so führt sie die Vorderbeine und die Palpen am Kokonrand entlang. Auf diese Weise spinnt sie eine runde Grundplatte.

Mehrmals beobachtete ich, daß P.piraticus - ♀♀ beim Weben der Grundplatte und der weicheren Kokoninnenschicht ihre Palpen vom Rand der Grundplatte entfernten und durch die Chelizeren zogen. Dann führten sie regelmäßig die Palpen unter gleichzeitiger Krümmung des Abdomens an die Epigyne und wieder zurück zwischen die Chelizeren. Vielleicht sollten auf diese Weise die Vulveneingänge vor der Eiablage noch gesäubert werden.

Nach ca. 25 Min. ist die Grundplatte des Kokons dicht gesponnen, und die Spinne geht dazu über, die weichere Innenschicht des Kokons (Innenfutter) zu spinnen. Sie verwendet dazu keine andere Fadensorte, sondern verändert nur die Webetechnik. Sie hebt vor dem Anheften des Gespinstbandes ihr Abdomen stärker (ca. 2 - 3 mm) und setzt es im Bereich zwischen den Hinterbeinen öfter (ca. dreimal) auf als vorher. Die gleichen Beobachtungen machten VLIJM (1962) bei Pardosa amentata und ENGELHARDT (1964) bei der Gattung Trochosa. Bereits MONTGOMERY (1903, S.88) wies bei Pardosa nigropalpis EMERTON darauf hin. Die Spinnen legen auf diese Weise ihr Gespinstband in Schlaufen. Außerdem kräuseln sich die Fäden, da sie nicht mehr unter Spannung stehen. Bei der Herstellung des Innenfutters legen die Spinnen bald nur noch konzentrische Kreise dicht hinter dem Außen-

rand der Grundplatte. Dadurch entsteht ein wulstförmiger Ring, in dessen Vertiefung das ♀ später die Eier ablegt.

Hat die Spinne die Kokongrundplatte samt Innenfutter in ca. 60 Min. fertiggestellt, richtet sie sich mit dem Cephalothorax gegen den steilen Einfallswinkel der Grundplatte aus. Da die Grundplatte auf den schräg gespannten Gerüstfäden angelegt wird, steigt sie gegen die Horizontale in unterschiedlichen Winkeln an. Steht die Spinne gegen den steilen Einfallswinkel der Kokongrundplatte, zieht sie alle Beine stark an. Schon 1 - 3 Min. vorher unterbricht sie ihre Spinntätigkeit mehrmals und verharrt kurze Zeit regungslos. Während dieser Pausen steht sie nicht immer gegen den steilen Einfallswinkel der Grundplatte ausgerichtet. Als Zeitspanne für das Spinnen der unteren Kokonhälfte gibt MONTGOMERY (1903) für Hogna crassipes WALCK. 65 Min., für Lycosa bilineata EMERTON 57 Min., für Lycosa lepida (KEYSERLING) 59 Min. und für Pardosa nigropalpis EMERTON 64 Min. an. Die ♀♀ der Gattung Trochosa benötigen dazu nach ENGELHARDT (1964) 90 Min.

Nachdem die Spinne in der beschriebenen Haltung etwa 1 Min. bewegungslos verharrt ist, beginnt sie mit der Eiablage. Bei Pardosa amentata erfolgt sie nach meinen Beobachtungen in einem Schub unter kräftiger Kontraktion des Abdomens. Der ganze Vorgang währt etwa 1 - 2 Min. Bei P.piraticus dauert das Austreten der Eier länger (2 - 6 Min.). Die Eier treten hier nicht in einem Schub aus. Nach Angaben von ENGELHARDT (1964) benötigen die Trochosen etwa 14 Min. für die Eiablage. HENKING (1891) gibt als Zeitspanne 2 Min. für Pardosa amentata an. Bei MONTGOMERY (1903) finden sich folgende Angaben: Hogna crassipes WALCK, (5 Min. und 4 1/3 Min.), Lycosa bilineata EMERTON (4 1/2 Min.), Lycosa punctulata HENTZ (6 Min.), Lycosa lepida (KEYSERLING) 2-mal 3 Min.;

und Pardosa nigropalpis EMERTON (ca. 2 Min. und 3 Min.). Das ♀ gibt bei der Eiablage zunächst einen weißlichen, durchsichtigen Flüssigkeitstropfen und dann die mehr oder weniger kräftig gelb gefärbten Eier ab. Während ich bei der schnellen Eiablage von Pardosa amentata das Austreten einzelner Eier aus der Epigyne nicht beobachtete, konnte ich dies bei P.piraticus deutlich erkennen. Etwa 1/2 Min., nachdem bei P.piraticus der Flüssigkeitstropfen aus der Epigyne hervorgetreten ist, erscheinen die ersten Eier. Nach 1 1/2 Min. hat das ♀ ca. 10 Eier ausgepreßt. Nach 2 Min. ist der Flüssigkeitstropfen durch die darinenthaltenen Eier bereits gelb gefärbt. Durch die Eiablage schrumpft das Abdomen des ♀ stark. Der vor der Eiablage abgegebene Flüssigkeitstropfen ist sehr zähflüssig. Er bleibt an der Epigyne hängen, bis er wegen seiner Größe die Kokonunterlage berührt. Seine zähe Konsistenz zeigt sich ferner darin, daß er trotz der schrägen Kokonunterlage nicht über den wulstförmigen Ring des Innenfutters hinwegfläuft. Der Eihaufen, der weit über den Wulst des Innenfutters ragt, wird durch diesen Tropfen zusammengehalten. Zusätzlich gibt die Spinne dadurch, daß sie schräg aufwärts steht (vgl. S. 27), der Eimasse mit dem abgewinkelten Abdomen besonderen Halt. Die Eimasse liegt in dem Raum, der durch Cephalothorax andererseits gebildet wird. Nach MONTGOMERY (1903) soll der Flüssigkeitstropfen die Eier vor Luftzutritt schützen, bis sie eingesponnen sind. ENGELHARDT (1964) stellt fest, daß die Flüssigkeit, die von den Eiern aufgenommen wird, diese vor Verpilzung schützt. Außerdem vermutet er, daß sie den Eiern den Austritt aus der Epigyne erleichtert.

Bevor P.piraticus die abgelegten Eier überspinnt, preßt sie die Epigyne ruckartig gegen die Eimasse und hebt dann ihr Abdomen stark ab. MONTGOMERY (1903)

und Abdomen der Spinne einerseits und der Kokonunterlage

glaubte, daß die Lycosiden - ♀♀ nur so ihre Abdomina von der Eimasse lösen können. Pardosa amentata plattet zusätzlich die zunächst ebenfalls kugelförmige Eimasse mit dem Abdomen ab. Dabei drückt sie mit ihm auf die Eimasse und streicht nach links und rechts. Dadurch wird ihr Kokon linsenförmig. MONTGOMERY (1903) hingegen führte diese Form auf das straffe Überspinnen durch das ♀ zurück. Wenn das Überspinnen der Eimasse für die entstehende Kokonform verantwortlich wäre, müßte dieser Vorgang bei Lycosiden - ♀♀ mit linsenförmigen Kokon anders ablaufen als bei Lycosiden - ♀♀ mit kugelförmigen Kokon. Bei den nun folgenden Phasen des Kokonbaues stellte ich dagegen bei Pardosa amentata und Pirata piraticus keine weiteren Unterschiede fest. Dieses Verstreichen der Eimasse von Pardosa amentata ist von allen Autoren bisher nicht beobachtet worden. HOLM (1940, S. 64) schreibt bei der Schilderung der Abplattung der Eimasse bei der Dysderide Segestria senoculata LATR., daß seines Wissens eine solche bei anderen Spinnen nicht vorkomme. Segestria senoculata preßt die Eimasse im Gegensatz zu Pardosa amentata einerseits mit dem Cephalothorax und andererseits mit dem Abdomen. NIELSEN (1932) berichtet über Tegenaria atrica, daß sie ihren Körper gegen die Eimasse drückt, um sie auszubreiten. Im Gegensatz zu Pardosa amentata legt Tegenaria atrica die Eier schubweise ab und drückt zwischendurch auf die Eimasse.

Beim Umspinnen der Eier führt das ♀ die Fäden zuerst im großen flachen Bogen über den Rand der Eimasse und teilweise direkt darüber hinweg. Beim Spinnen über die ganze Eikugel setzt es sein Abdomen nur einmal auf den Eiern selbst ab. Nach jeder Pendelbewegung mit dem Abdomen wechselt es die Stellung. Auf diese Weise erhält die Eimasse schnell einen zusätzlichen Halt.

Nach 2 - 3 Min. überspinnt das ♀ mit lockeren Fäden den Übergang zwischen der kugeligen Eimasse und der Grundplatte. Dieses Gewebe spielt später bei der Lockerung des Kokons durch das ♀ (vgl. S. 70) die entscheidende Rolle zur Volumenvergrößerung.

Beim Spinnen der Deckplatte führt das ♀ das Abdomen immer flacher, und setzt es schließlich nur noch dicht neben den Hinterbeinen auf, um das straff gespannte Fadenband anzuheften. Krümmte die Spinne beim Bau der Grundplatte das Abdomen stark ab, um bis zur Mitte weben zu können, so winkelt sie jetzt die Vorderbeine stark ab, um mit den Spinnwarzen bis zum Zentrum der Eimasse zu gelangen.

Etwa 20 - 25 Min. nach Beginn der Eiablage löst P.piraticus den Kokon von den Gerüstfäden. Bei MONTGOMERY (1903) fand ich folgende Werte angegeben: Hogna crassipes WALCK. (23 Min.), Lycosa bilineata EMERTON (25 Min.), Lycosa lepida (KEYSERLING) (18 Min.) und Pardosa nigropalpis EMERTON (16 Min.). ENGELHARDT (1964) gibt für die Gattung Trochosa 40 Min. an. Beim Loslösen des Kokons reißt die Spinne die Gerüstfäden mit den Chelizeren durch. Diese Beschäftigung unterbricht sie durch das Einrollen des überstehenden Randes der Grundplatte. (Der Durchmesser der Grundplatte ist etwa 2 mm größer als derjenige der Deckplatte.) Diesen Rand rollt sie nach oben gegen den Kokon ein. Hat sie den Kokon etwa zur Hälfte von der Unterlage gelöst, so beginnt sie zusätzlich mit dem straffen Überspinnen der Nahtlinie zwischen den beiden Kokonhälften. Schließlich reißt sie den Kokon durch kräftiges Zerren von den letzten Gerüstfäden los. Über das Einrollen des Kokonrandes finden sich erste Hinweise bereits bei WAGNER (1888).

Den Kokon trägt das ♀ mit dem stark angewinkelten 3. Beinpaar und den Palpen unter dem Cephalothorax und

hält sein Abdomen stark abgewinkelt. Der Kokon ist zu diesem Zeitpunkt bei Pardosa amentata und P.piraticus noch schneeweiß und leicht verformbar. Das ♀ dreht ihn sodann mit Palpen, Chelizeren und 3. Beinpaar. Zunächst dreht es ihn so, daß die Ebene der Nahtlinie und die Körperlängsachse parallel liegen. Dabei überwebt es den eingerollten Kokonrand mit stark abgewinkelt gehaltenem Abdomen kräftig. Gleichzeitig zieht es durch Zubeißen mit den Chelizeren Grund- und Deckplatte des Kokons stärker zusammen. Anschließend dreht es den Kokon auch in anderen Richtungen, wobei es die zusammenziehenden Bisse über die gesamte Kokonoberfläche hinweg setzt. Vorher muß es die Kokonnaht bereits übersponnen haben, da sonst die beiden Kokonhälften auseinandergezogen würden. Durch das zusammenziehende Beißen und das straffe Umspinnen wird die Kokonhülle verfestigt. BONNET (1927) schreibt, daß Dolomedes fimbriatus auf ähnliche Weise das anfänglich zu große Volumen des Kokons verkleinert. Diese letzte Phase des Umspinnens erfolgt mit einer neuen Fadensorte. Der benutzte Faden ist viel feiner als das weiße Fadenband, mit dem die Spinne vorher baute. Außerdem ist der Faden klebrig. Daß die Kokonfarbe von diesem Faden herrührt, zeigt die folgende Beobachtung. Sandkörner, die auf dem noch weißen Pardosa amentata - Kokon haften, werden mit eingesponnen. Dabei erhalten sie einen gelbgrünen Überzug. Entfernte ich diese Partikel vom fertig gebauten grünen Kokon, so kam darunter das weiße Gewebe wieder zum Vorschein. MONTGOMERY (1903) ließ die Frage offen, ob diese Fäden durch ein Sekret aus dem Mund beim Bearbeiten des Kokons mit den Chelizeren gefärbt werden, oder ob sie bereits beim Austritt aus den Spinnwarzen farbig sind. Bei Pardosa amentata und Pardosa paludicola kann ich die Beobachtung HOLMs (1940) bestätigen, daß der Faden bereits beim Austritt aus den Spinnwarzen gelbgrün

gefärbt ist. Die Farbintensität des fertigen Kokons nimmt allerdings gegenüber den frisch ausgepreßten Fäden zu. Der Kokon von P.piraticus wird durch das letzte Umspinnen zartblau. Die Farbe der Lycosidenkokons ändert sich jedoch mit zunehmendem Alter. So verliert nach meinen Beobachtungen der P.piraticus - Kokon nach 4 Tagen seine zartblaue Farbe und wird schmutzigweiß; der blaugrüne Kokon von Pardosa amentata und Pardosa paludicola wird dagegen nach 4 Tagen braun. Über die entsprechende Farbänderung des Pardosa lugubris - Kokons berichtete GRAEFE (1964). Diesen letzten Abschnitt des Kokonbaues unterbricht die Spinne oft. Noch 2 Std. nach der ersten Befestigung des Kokons an den Spinnwarzen beobachtete ich P.piraticus - ♀♀ , wie sie den Kokon erneut überspannen.

Treten beim Kokonbau größere Störungen auf, so können die Lycosiden - ♀♀ diese nicht überwinden. Ein Pardosa amentata - ♀, das um 18,50 Uhr das Gerüst und die Grundplatte seines Kokons gewebt hatte, setzte ich, um seinen Kokonbau besser beobachten zu können, in einen leeren Glaskasten. Um 20,30 Uhr hatte die Spinne noch nicht mit dem Bau eines neuen Kokons begonnen. Um 24.00 Uhr trug sie einen Kokon an den Spinnwarzen, an dessen Unterseite die Eier frei lagen und einige Sandkörner hingen. Sie hatte offensichtlich in der Zwischenzeit die Eier in den Sand gelegt und dann übersponnen. Den halben Kokon heftete sie mit der Gespinstseite an, ohne ihn mit grünen Fäden zu überspinnen. Am nächsten Morgen um 8.00 Uhr saugte sie die Eier ihres Kokons aus. Ein P.piraticus - ♀ baute dagegen,gleich nachdem ich es von seiner eben angehefteten Grundplatte getrennt hatte, eine zweite. Vorher webte es jedoch kein kugelförmiges Gespinst mehr, und die Eier legte es direkt auf die Grundplatte, ohne ein Innenfutter zu weben. Die Eier schimmerten anschließend durch die Unterseite

des fertigen Kokons. Werden die ♀♀ beim Kokonbau stark gestört, sind sie nicht mehr imstande, diesen Kokon vollständig zu bauen. Dafür, daß der Kokonbau nach einem starren Schema abläuft, spricht auch, daß fertig gebaute und in der Hülle verletzte Kokons von den P.piraticus - ♀♀ nicht ausgebessert werden. Auch MONTGOMERY (1903, S. 67) berichtet in seinen Beobachtungen über den Kokonbau von Hogna crassipes WALCK., daß die ♀♀ Fehler, die beim Überspinnen der Eimasse und beim Loslösen der Kokons von den Gerüstfäden auftraten, nicht ausbesserten, sondern die unvollständigen Kokons auffraßen. Die letzte Phase des Kokonbaues, das Überspinnen mit den farbigen Fäden, ist dagegen nicht so streng an den Ablauf des Kokonbaues gebunden. Um 11.30 Uhr gab ich dem Pardosa amentata - ♀, das den halben Kokon gebaut hatte, einen fertigen Pardosa amentata - Kokon. Das ♀ nahm ihn sofort an und überspann ihn mit den feinen, klebrigen, grünen Fäden. Diese Teilhandlung war bei dem halben Kokon noch nicht abgelaufen und erfolgte erst jetzt. Ein anderesmal beobachtete ich ein Pardosa paludicola-♀, dessen bereits grüner Kokon große weiße Flecken des Grundgewebes zeigte. Das ♀ überspann kurz darauf den ganzen Kokon noch einmal, so daß er einheitlich grün wurde. Daß das Überspinnen mit den farbigen Fäden nicht streng zeitlich gebunden ist, zeigt sich schon darin, daß die ♀♀ den Kokon während der letzten Phase des Überspinnens zwischenzeitlich immer wieder an den Spinnwarzen tragen (vgl. S. 32). Daß die Phase jedoch stets abläuft, zeigt das Verhalten des Pardosa amentata - ♀, das einen fertig gebauten Pardosa amentata - Kokon noch überspann. In einem weiteren Versuch nahm ich einem Pardosa paludicola - ♀ seinen eben gebauten, noch weißen Kokon ab. Dafür gab ich dem ♀ einen vollständig gebauten Trochosina terricola-Kokon. Das ♀ nahm den Kokon sofort an, bearbeitete ihn mit den Chelizeren und überspann ihn ebenfalls mit den grünen Fäden.

III. Anheften und Tragen des Kokons

An frisch gebauten, tiefgrünen Kokons von Pardosa amentate stellte ich fest, daß die ♀♀ den Kokon punktförmig befestigen. Auf der grünen Hülle des Pardosa amentate Kokons war die Ansatzstelle von 4 Fadenseilen deutlich zu erkennen. Zwei der 4 Fadenstränge waren stärker, zwei schwächer. Die 4 Fadenseile wurden von den ♀♀ zu einem gemeinsamen Strang verdrillt. Das punktförmige Antreffen der Kokons war auch bei P.piraticus gut zu beobachten. Mit stark gespreizten Spinnwarzen suchen die ♀♀ einen Anheftungs - "Diskus" zu schaffen. In mehreren Fällen beobachtete ich, daß der Fadenstrang um den Kokon herumgelegt war. Der Kokon wurde jedoch nie in einer Fadenschlaufe getragen. Das Fadenband war auf der gegenüberliegenden Kokonseite stets wieder befestigt. Die ♀♀ hatten offensichtlich den Kokon von den Spinnwarzen gelöst, gedreht und wieder befestigt, ohne das Fadenband von der Kokonwand abzutrennen. Daß sie ihn täglich an anderen Punkten der Kokonoberfläche anhefteten, stellte ich bei 8 ♀♀ fest, deren Kokon ich mit Farbe markiert hatte. Daß das Drehen des Kokons wegen der unterschiedlichen Erwärmung seiner Ober- und Unterseite für eine gleichmäßige Entwicklung aller Eier wichtig ist, stellte GRAEFE (1964) bei Pardosa lugubris fest.

Die Pardosen heften ihren linsenförmigen Kokon immer mit der Kokonnaht nahezu parallel zur Bodenoberfläche an. Damit erhalten sie für ihn die größtmögliche Bodenfreiheit. GRAEFE (1964) sieht in der abgeplatteten Form der Pardosa-Kokons eine Anpassung an die äußerst vagante Lebensweise dieser Gattung.

Die abgeplattete Form der Kokons der Gattung Pardosa ist nach ihm der Grund, warum sie von den ♀♀ nur mit der Naht parallel zur Bodenoberfläche getragen werden. Er erklärt das Anheften des Kokons von Pardosa amentata in dieser bestimmten Lage damit, daß die ♀♀ beim Befestigen des Kokons versuchen, diesen zwischen dem Cephalothorax und dem abgewinkelt gehaltenen Abdomen mit größtmöglicher Körperberührung einzupassen. Bei einem linsenförmigen Kokon muß dazu die Nahtebene von den ♀♀ beim Anheften schräg zur Körperlängsachse gehalten werden, wie dies GRAEFE (1964) gut darstellte. Spinnen die ♀♀ den Kokon in dieser Haltung an und strecken sie das Abdomen wieder nach hinten, so tragen sie den Kokon in der beschriebenen Weise. Diese Art der Kokonbefestigung ist aus physikalischen Gründen die günstigste (vgl. S. 37).

P.piraticus - ♀♀ tragen den Kokon an verschiedenen Stellen der Kokonoberfläche befestigt. Von 20 ♀♀, deren Kokon den Nahtwulst noch deutlich zeigte, trugen ihn 8 an der Kokonnaht befestigt. Die Nahtebene des Kokons lief entweder parallel zur Körperlängsachse oder war um 90° gegen diese versetzt. Diese Befestigung kommt bei Pardosen nicht vor. Die restlichen ♀♀ hatten ihre Kokons im 1. oder 3. Drittel der Halbkugeloberfläche befestigt. Ebenso hefteten in 7 von 16 Fällen die P.piraticus - ♀♀ die wieder gefundenen Kokons an der Nahtlinie an, die übrigen ♀♀ im 1. oder 3. Drittel der Halbkugeloberfläche. Höchst selten findet man ein P.piraticus - ♀, das seinen Kokon in der Mitte der Halbkugeloberfläche angeheftet trägt. Da sich die Durchmesser der P.piraticus - Kokons im Durchschnitt wie 1 : 1,1 bis 1 : 1,2

verhalten, gibt es in bezug auf die Bodenfreiheit der Kokons keine Stelle, die für die Kokonbefestigung gegenüber der übrigen Kokonoberfläche bevorzugt ist. Die fast kugelrunde Form der Kokons ergibt auch in allen Stellungen eine nahezu gleich günstige Einpassung zwischen Cephalothorax und Abdomen bei der Anheftung.

Daß es Stellen auf der Kokonoberfläche gibt, die beim Anheften der Kokons bevorzugt werden, hängt mit der Kokonaufnahme zusammen. Hat ein P.piraticus - ♀ seinen ihm abgenommenen Kokon beim Suchen mit den Tarsen der Vorderbeine berührt, so rollt es ihn mit den Vorderbeinen und Palpen zu sich heran. Meist war der Kokon auf glatter Unterlage, da er nicht ganz drehrund ist, mit der Nahtebene parallel zur Bodenoberfläche liegen geblieben. Nach dem Heranrollen zeigt die Nahtlinie senkrecht nach oben. Zunächst glaubte ich, darin den Grund für eine Häufung der Kokonbefestigung an bestimmten Punkten der Kokonoberfläche sehen zu dürfen. Während die Spinne den Kokon heranrollt, versucht sie, ihn mit den Palpen und Chelizeren zu prüfen. Diese können vor allem an der Nahtlinie angreifen. Das ist der entscheidende Grund, weshalb der Kokon in bestimmten Lagen häufiger angeheftet wird. Auch bei mehrmaligen Drehen des Kokons mit dem 3. Beinpaar, den Palpen und Chelizeren verharren die ♀♀ vor dem Anheften eine Zeitlang mit den Palpen und Chelizeren auf der Nahtlinie.

Heftet ein ♀ den Kokon in dieser Stellung an, so treffen seine Spinnwarzen auf die gegenüberliegende Naht. Oft drehte P.piraticus den Kokon etwas über die Nahtlinie hinweg, dann heftet sie ihn im letzten Drittel seiner Halbkugeloberfläche an. Drehte sie ihn über

seine stärkste Wölbung hinweg, so heftete sie ihn im 1. Drittel seiner Halbkugeloberfläche an. Die Palpen lagen einmal dicht vor, das anderemal dicht hinter der Stelle der stärksten Kokonwölbung. Schließlich heftete P.piraticus den Kokon immer an der Nahtlinie an, wenn sie ihn so gerollt hatte, daß die Nahtebene parallel zur Körperlängsachse stand. Die Stellung entsprach derjenigen beim Überspinnen und beim Lockern der Kokonnaht.

Bei einem durchschnittlichen Körpergewicht der kokontragenden P.piraticus - ♀♀ von 32 mg (20 Wägungen) stellt der Kokon mit einem Durchschnittsgewicht von 27 mg eine (24 Wägungen) große Belastung dar. Das Integument des Hinterleibs der Lycosiden ist nicht stark sklerotisiert und zeigt deshalb während des Kokontragens auf der Ventralseite eine kräftige Verformung. Diese wird einmal verursacht durch die Kontraktion der Dorso-Ventralmuskeln. Zum anderen ist sie jedoch bedingt durch das Drehmoment des Kokons. Das Drehmoment des Kokons ist bei den Pardosen, wenn der Aufhängepunkt im 1. Drittel der Kokonhalbkugel liegt, bereits bei waagrechter Lage des Kokons durch die Verformung des Abdomens kompensiert.

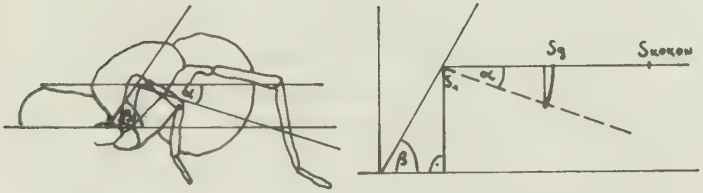
Der linsenförmige Pardosenkokon wird von den ♀♀ nicht an der Nahtlinie angeheftet, da sonst der Schwerpunkt noch weiter vom Körper weg verlegt würde und damit das Drehmoment noch größer wäre. Dieses vergrößerte Drehmoment könnte wahrscheinlich durch die Abdomenverformung nicht ausgeglichen werden. Der Kokon würde dann jedoch an den Spinnwarzen senkrecht nach unten hängen. Abgesehen davon, daß der Kokon in dieser Lage die Spinne beim Laufen hindern würde, wäre der Kokon nicht mehr genügend in seiner Lage befestigt.

Da das Drehmoment in dieser Lage fast null ist, könnte der Kokon leicht aus seiner Ruhelage ausgelenkt werden. Das Drehmoment des waagrecht gehaltenen Kokons gibt ihm erst die stabile Lage, da die Gesamtkraft nicht mehr an einem Punkt ansetzt. Befestigen die Pardosen - ♀♀ den Kokon im 1. Drittel der Kokonhalbkugel, so erreichen sie wahrscheinlich bei einem noch auszugleichenden Drehmoment eine optimal stabile Lage des Kokons. Die stabile Lage des Kokons ist für eine schnelle Fortbewegung der ♀♀ ebenso wichtig wie eine genügend große Bodenfreiheit. Beim fast kugelförmigen P.piraticus - Kokon bleibt der Abstand des Kokonschwerpunktes vom Abdomen und damit das Drehmoment bei allen Arten der Befestigung gleich groß, so daß es für den P.piraticus - Kokon für die Befestigung keine Stelle gibt, die gegenüber anderen Vorteile bieten würde.

Tragen die Lycosiden - ♀♀ einen Kokon, so bringen sie ihr Abdomen aus der waagrechten Haltung und stellen es unter einem bestimmten Winkel an. GRAEFE (1964) spricht vom "Festzurren" des Abdomens. Er stellt auch heraus, daß der Petiolus in seiner Lage nicht festliegt und daß es daher im Bereich des Petiolus kein Gelenk gibt, da es keine starr aufgehängten Hebelarme und keinen genau festgelegten Drehpunkt gibt. Aufgrund der starken Verjüngung des Körpers im Gebiete des Petiolus glaube ich aber doch, wenn auch nicht im strengen mathematischen Sinn, von einem Drehpunkt sprechen zu dürfen.

Berechnung des Gesamtdrehmoments von Abdomen und Kokon bezüglich des Drehpunktes im Petiolus

Da Drehmoment gleich Kraft mal Hebelarm ist, müssen wir zunächst den Hebelarm der Kraft, die im gemeinsamen Schwerpunkt von Abdomen und Kokon angreift, berechnen.



Hebelarm = $s_1 \cdot \cos\beta + s_g \cdot \cos\alpha$

Dabei ist:

s_1 : Entfernung des Schwerpunktes des Hinterleibs vom Drehpunkt (bestimmt aufgrund maßstabsgetreuer Zeichnung)

a : Entfernung des Schwerpunkts des Abdomens vom Schwerpunkt des Kokons (aus Zeichnung entnommen)

s_g : Entfernung des Gesamtschwerpunkts (Schwerpunkt Abdomen + Schwerpunkt Kokon) vom Abdomenschwerpunkt

*) $s_g = \frac{a}{m_1 + m_2} \cdot m_2$

m_1 : Masse des Abdomens

m_2 : Masse des Kokons

Angaben:

s_1 : 13 L.E. (Längeneinheiten)

a : 18 L.E.

m_1 : 10,5 mg

m_2 : 27,0 mg

1. Berechnung des Drehmoments für das Abdomen ohne Kokon in normaler waagrechter Haltung

Drehmoment : $M = s_1 \cdot m_1 \cdot g$ g : Erdbeschleunigung

$M = 13 \cdot 10{,}5$ D.E. $= 136{,}5$ D.E. (Drehmomenteinheiten)

2. Berechnung des Drehmoments für das Abdomen mit Kokon

s_2 : Entfernung des Abdomenschwerpunkts vom Drehpunkt bei aufgestellten Abdomen mit Kokon

s_2 ist kleiner als s_1, da eine Verlagerung des Schwerpunkts durch Abdomenverformung auftritt.

S_2 : 8 L.E.

Aus *) berechnet sich s_g folgendermaßen:

$$s_g = \frac{18}{10{,}5 + 27} \; 27 \text{ L.E.} = 12{,}95 \text{ L.E.}$$

Fall 1 : $\beta = 50^\circ$; $\alpha = 0^\circ$

Hebelarm: $l = s_2 \cos\beta + s_g$

$l = 8 \cos 50$ L.E. $+ 12{,}95$ L.E. $= 18{,}09$ L.E.

Drehmoment: M_b (Abdomen durch Kokon belastet)

$M_b = l \, (m_1 + m_2) \cdot g = 18{,}09 \cdot 37{,}5$ D.E.

$= 676$ D.E.

Fall 2 : $\beta = 50^\circ$; $\alpha = 20^\circ$

Hebelarm: $l = s_2 \cos\beta + s_g \cos\alpha$

$l = (8 \cos 50 + 12{,}95 \cos 20)$ L E. $= 17{,}33$ L.E.

Drehmoment:

$M_b = 17{,}33 \cdot 37{,}5$ D.E.

$= 650$ D.E.

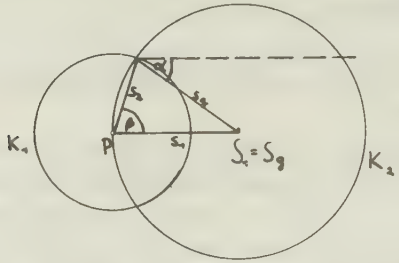
Diskussion:

1. Durch Schrägstellen des Abdomens ($\beta > 0^{o}$) erreichen die P.piraticus - ♀♀ eine Verringerung des Drehmomentes am Petiolus.
2. Da der Kokon am Abdomen unter einem Winkel (α) befestigt ist, tritt zusätzlich eine Drehmomentsverringerung auf.
3. Das Drehmoment des Abdomens mit Kokon ist trotzdem fast 5-mal so groß wie das Drehmoment des Abdomens ohne Kokon.

GRAEFE (1964) stellt für Pardosa lugubris fest, daß der Schwerpunkt des Abdomens mit Kokon infolge der Schrägstellung gleich ist dem Schwerpunkt des waagrecht gehaltenen Abdomens ohne Kokon. Er gibt dazu aber keine Berechnungen an.

Wenn der Schwerpunkt des Abdomens (S_1) mit dem gemeinsamen Schwerpunkt von Abdomen und Kokon (S_g) zusammenfallen soll, dann ergibt sich der Anstellwinkel des Abdomens (β) und der Neigungswinkel (α) des Kokons aus der folgenden Konstruktion. Der Schwerpunkt des Abdomens ohne Kokon ist 13 Längeneinheiten (nach maßstabsgetreuer Zeichnung) vom Drehpunkt (P) im Petiolus entfernt. Für das Abdomen mit Kokon ist jedoch der Schwerpunkt des Abdomens allein nur 8 Längeneinheiten vom Petiolus entfernt (Abdomendeformation). Die P.piraticus - ♀♀ können daher den Abdomenschwerpunkt nur auf einen Kreis (K_1) mit dem Radius 8 Längeneinheiten um den Drehpunkt (P) bewegen. Um den für diese Voraussetzungen notwendigen Anstellwinkel (β) des Abdomens zu bestimmen, schlage ich um $S_1 = S_g$ einen Kreis mit dem Radius s_g (K_2). Verbinde ich den Schnittpunkt von K_1 und K_2 mit dem Drehpunkt (P), so erhalte ich den Anstellwinkel (β) des Abdomens. Gleichzeitig liefert diese Konstruktion den zum Winkel β gehörigen Neigungswinkel (α) des Kokons gegen die Waagrechte. Nach maß-

stabsgetreuer Zeichnung ist $\beta = 72^{\circ}$ und $\alpha = 27^{\circ}$. Dieser große Anstellwinkel des Abdomens ist aus anatomischen Gründen bei P.piraticus - ♀♀ nicht möglich.



Für die Belastung der ♀♀ ist nicht die Lage des Schwerpunktes, sondern die Größe des Drehmoments ausschlaggebend.

3. Annahme: Drehmoment des Abdomens ohne Kokon gleich Drehmoment des Abdomens mit Kokon

Aus dieser Annahme berechne ich zunächst den Hebelarm von Abdomen mit Kokon. Daraus bestimme ich zusammengehörige Werte von α und β.

Nach 1. ist M = 136,5 D.E.

**) $s_1 m_1 g = l_x (m_1 + m_2) g$

daraus folgt:

$$l_x = \frac{s_1 \cdot m_1}{m_1 + m_2} = 3{,}64 \text{ L.E.}$$

Da $l_x = 8\cos\beta + 12{,}95\,\alpha$, kann α und β bestimmt werden.

$8\cos\beta + 12{,}95\cos\alpha = 3{,}64$

$\cos\alpha = 0{,}281 - 0{,}617\cos\beta$

Bedingung: $0 < \alpha < 90$

$0 < 0{,}281 - 0{,}617\cos\beta < 1$

$0{,}617\cos\beta < 0{,}281$

$\beta > 62{,}9^{\circ}$ für $\alpha < 90^{\circ}$

für $62{,}9^{\circ} < \beta < 90^{\circ}$ ist $90^{\circ} > \alpha > 73{,}4^{\circ}$

Solche Werte für ß und α treten bei P.piraticus nicht auf. Dem Winkel ß sind durch die Form von Cephalothorax und Abdomen Grenzen gesetzt. Ebenso wird der Winkel durch die Verformbarkeit des Abdomens festgelegt.

Berücksichtigt man jedoch, daß die ♀♀ vor dem Kokonbau ein wesentlich schwereres Abdomen in der Normallage halten, so ergibt sich eine geringere Differenz für das Drehmoment der ♀♀ - Abdomen ohne Kokon und der ♀♀ - Abdomen mit Kokon.

4. Drehmoment des Abdomens vor dem Kokonbau

a) Hypothese: Gewicht des Kokons und Gewicht des Abdomens nach dem Kokonbau = Gewicht des Abdomens vor dem Kokonbau.
(Die Gewichte sind Durchschnittswerte aus 10 Wägungen.)

Abdomengewicht vor dem Kokonbau:
10,5 mg + 27 mg = 37,5 mg

Drehmoment: M_o = 13 · 37,5 D.E. = 488 D.E.

dann ist nach **)

l_x = 13 L.E.

$\frac{1}{l_x}$ = 8cosß + 12,95cosα

Beispiel: ß = 50°

13 = 8·0,64 + 12,95cosα

cosα = 0.607; α = 52,6°

Die Rechnung zeigt, daß bei den P.piraticus - ♀♀ durch das Abdomenaufstellen das Drehmoment durch das Kokontragen nicht verändert wird.

Bei den verwendeten Gewichten der ♀♀ - Abdomen handelt es sich jedoch um hypothetische Werte. Es muß berücksichtigt werden, daß die ♀♀ nach dem Kokonbau noch Nahrung zu sich nehmen. Für ein P.piraticus - ♀, das ich kurz vor dem Kokonbau wog, erhielt ich folgende Werte:

b) Gewicht der Spinne vor dem Kokonbau 45,7 mg minus Gewicht des Cephalothorax (32,7 mg - 10,5 mg =) 22,2 mg ergibt Gewicht des Abdomens vor dem Kokonbau zu 23,5 mg.
Drehmoment: M_o = 23,5 · 13 D.E. = 306 D.E.
Hebelarm: l_1; aus $306 = l_x \cdot 37{,}5 \cdot g$; $l_x = 8{,}15$ L.E.

da $l_x = 8\cos\beta + 12{,}95\cos\alpha$ folgt:

für $\beta = 90^\circ$ $\alpha = 48{,}5^\circ$
$\beta = 80^\circ$ $\alpha = 58{,}5^\circ$
$\beta = 70^\circ$ $\alpha = 65{,}2^\circ$
$\beta = 50^\circ$ $\alpha = 76{,}5^\circ$

Vergleicht man die Ergebnisse der Beispiele a) und b), so sieht man, daß die P.piraticus - ♀♀ durch das Aufstellen ihrer Abdomina deren Drehmoment vor und nach dem Kokonbau weitgehend konstant halten. Sie erzielen jedoch keinen exakten Ausgleich. Dafür sprechen auch die Beobachtungen, daß die ♀♀ die Abdomina von einer Mindestbelastung an maximal festzurren (vgl. S. 45).

Die P.piraticus - ♀♀ stellen das Abdomen durchschnittlich in einem Winkel von ca. 45 - 50° zur Ebene an, die durch den unteren Cephalothoraxrand gelegt werden kann. Den Winkel bestimmte ich einmal aus Zeichnungen, die ich unter dem Binokular mit Zeichenaufsatz anfertigte. Zum anderen hielt ich in Fanggläsern gehaltene ♀♀ so vor einen Winkelmesser, daß ich den Winkel ablesen konnte. Die Beobachtung, daß sie mit verschiedenen

Kokons stets einen bestimmten Anstellwinkel des Abdomens zeigten, wies darauf hin, daß die ♀♀ das Abdomen nicht der jeweiligen Belastung entsprechend anhoben. Dieser Winkel wird bestimmt durch die Form von Abdomen und Cephalothorax. Bei hochgestellten Abdomen zeigen die P.piraticus - ♀♀ zwischen Abdomen und Cephalothorax keinen Zwischenraum mehr. Ein stärkerer Anstellwinkel des Abdomens ist daher aus anatomischen Gründen nicht möglich. Zu prüfen war aber, ob die ♀♀ bei geringeren Kokongewichten ihr Abdomen der jeweiligen Belastung entsprechend anhoben. In 12 Versuchen schnitt ich P.piraticus - ♀♀ von ihrem dabei angeheftet getragenen Kokon Stücke ab. Die ♀♀ prüften jeweils die noch angehefteten Kokonreste mit Palpen und Chelizeren, dann zurrten sie das Abdomen wieder fest. Den Anstellwinkel des Abdomens änderten sie nicht. Reduzierte ich den Kokon bis auf einen Geweberest, an dem der Kokon an den Spinnwarzen befestigt war, so senkten alle ♀♀ nach einiger Zeit das Abdomen in die waagrechte Lage, begannen mit Suchbewegungen und legten den Hüllenrest ab. Betrug das Gewicht des Kokonrestes nur 0,2 mg bis etwa 1 mg, so senkten die ♀♀ das Abdomen gleich und zeigten Kokonsuchbewegungen. Den Kokonrest legten sie erst nach 1 - 2 Minuten ab. War dieser dagegen 2 - 4 mg schwer, so zeigten die ♀♀ erst nach einigen Minuten Suchbewegungen. Ihr Abdomen sank vorher ganz langsam in die waagrechte Lage. Interessant ist, daß Gewichte von Kokonresten, die demjenigen leerer Kokonhüllen (durchschnittliches Gewicht 0,5 mg) entsprachen, sofort das Suchverhalten der ♀♀ auslösten.

Daß auch die veränderte Kokongröße eine Rolle spielt, zeigt die Beobachtung, daß 2 ♀♀ mehrmals vergeblich versuchten, den Kokonrest mit dem 3. Beinpaar zur Kontrolle mit den Palpen bei abgewinkelt gehaltenen Abdomen nach vorne zu halten. Von 15 Versuchstieren nahmen auch 2 ♀♀ eine 1,2 mg schwere leere Kokonhülle an und zurrten das Abdomen unter 45° fest, obwohl Kokonreste dieses Gewichtes abgelegt werden. Die Kokonhüllen legten die ♀♀ jedoch bald wieder ab (vgl.S. 65).

Die Versuche zeigen, daß ein gewisses Mindestgewicht des Kokons vorhanden sein muß, damit ihn die ♀♀ mit hochgestelltem Abdomen an den Spinnwarzen angeheftet tragen. Heben die ♀♀ das Abdomen hoch, wird es nicht der jeweiligen Belastung entsprechend, sondern immer maximal hochgestellt. Das Mindestgewicht liegt im Bereich des Gewichts einer leeren Kokonhülle.

Gab ich den ♀♀ überschwere, mit Eisenpulver gefüllte Kokonhüllen, so zeigte sich, daß sie diese aufgrund des großen Gewichtes nicht mehr maximal hochhalten konnten. Die ♀♀ stellten sich dann auf ihren Hinterbeinen hoch und erreichten so mit dem Abdomen gegen die Bodenunterlage einen Winkel von ca. 50°.

IV. Kokonaustausch und Wiedererkennen des Kokons

Versuchte ich P.piraticus - ♀♀ den Kokon zu nehmen, so verteidigten sie diesen durch Zubeißen äußerst heftig. Bei Pardosa lugubris stellte GRAEFE (1964) und bei Cupiennius salei MELCHERS (1963) das Gleiche fest. Hatte ich den ♀♀ den Kokon weggenommen, so saßen sie oft kurze Zeit vollkommen regungslos mit stark angewinkelten Beinen da. Selbst das Abdomen hielten sie manchmal noch mehrere Sekunden in der Haltung des Kokontragens. Nach dieser Akinese suchten sie ihren Kokon. Zunächst liefen sie in engen Kurven um den Ort des Kokonverlustes, wobei sie mehrmals die Laufrichtung um 180° änderten und klopften mit den Vorderbeinen lebhaft auf den Boden. Fehlte zufällig ein Vorderbein, so übernahm das entsprechende Bein II diese Aufgabe. Die Bewegungen entsprechen den Vorderbeinbewegungen der P.piraticus - ♀♀ und - ♂♂ bei der Balz (vgl.S.5u.2) Bevor die ♀♀ zu suchen begannen, hefteten sie einen Sicherheitsfaden auf den Boden. Das Suchverhalten entspricht dem von Pardosa lugubris, das GRAEFE (1964) ausführlich beschrieb.

Bot ich den P.piraticus - ♀♀ einen Pardosa - Kokon an, so nahmen sie ihn. In vielen Fällen hefteten sie sogar Kokonattrappen an, was beweist, daß der Trieb, etwas an den Spinnwarzen angeheftet zu tragen, sehr stark ist. In einem Versuchsgefäß beobachtete ich ein P.piraticus - ♀ (A), das einen Kokon angeheftet hatte, an dem noch ein P.piraticus - ♀ (B) mit den Spinnwarzen hing. B zeigte kaum noch Lebenszeichen. Ein verlassener P.piraticus - Kokon lag ganz in der Nähe. Zog ich mit einer Pinzette an B, so stürzte sich A sofort über den Kokon hinweg auf B und biß kräftig zu. Dabei löste A den Kokon nicht von den Spinnwarzen. Ich deutete diese Beobachtung so, daß A seinen Kokon abgelegt hatte, als B mit Kokon vorbei kam.

A wollte dann seinen Kokon schnell in Sicherheit bringen, erhaschte ihn jedoch nicht. Bei der Kokonsuche stieß A auf den an den Spinnwarzen von B angehefteten Kokon. B war mit seinem Kokon nicht so beweglich wie A und wurde von diesem im Kampf um den Kokon tödlich verletzt. Daraufhin heftet A den Kokon mit dem noch daranhängenden ♀ (B) an die Spinnwarzen. Ein Alopecosa barbipes - ♀ beobachtete ich, wie es in seinem Versuchsgefäß Kieselsteine von 0,32 g und 0,15 g Gewicht an die Spinnwarzen anheftete (Abb. 1). Ein anderes Alopecosa barbipes - ♀ fand ich mit einem an den Spinnwarzen angehefteten Kieselstein in seiner Höhle sitzend. Diesen Stein trug es 7 Tage, verteidigte ihn während dieser Zeit heftig und nahm ihn nach Verlust schnell wieder an. Auch aus Freilandbeobachtungen weiß man, daß Lycosiden - ♀♀ anstelle ihrer Kokons Ersatzobjekte annehmen können. BRISTOWE und LOCKET (1926) und LOCKET und MARS H (1957) berichten von Lycosiden, die Schneckenschalen an den Spinnwarzen trugen. In allen Fällen war der Trieb, etwas anzuheften, stark. Er veranlaßte die ♀♀, auch Gegenstände mit vollkommen anderen Eigenschaften als Kokonersatz anzunehmen.

Form, Farbe, Größe und Gewicht, Oberflächenbeschaffenheit und chemische Eigenschaften des Kokons könnten den Lyosiden - ♀♀ zur Erkennung des Kokons dienen. Durch Kokonaustauschversuche und Beobachtungen über die Annahme von Kokonattrappen durch die Lycosiden - ♀♀ suchte man den entscheidenden Faktor herauszustellen. Zu diesem Problem führten viele Forscher Untersuchungen durch. MEYER (1928), BONNET (1946) und GRAEFE (1964) bringen neben eigenen Untersuchungen eine Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse. MEYER zieht den Schluß, daß an erster Stelle das Gewicht, dann erst Größe, Form und Umhüllung eines Gegenstandes für die Annahme als Kokonersatz entscheidend sind. Nach BONNET (1946) werden die Ersatzobjekte ohne Rücksicht auf Form, Gewicht, Größe und Farbe angenommen. ENGELHARD(1964) gibt

an, daß nach seinen Versuchen in erster Linie die Umhüllung und dann die Größe eines Gegenstandes darüber entscheiden, ob er als Kokonersatz angenommen wird oder nicht. Nach GRAEFE (1964) erkennt das ♀ den Kokon mit Hilfe des Tastsinns anhand der Oberflächenstruktur der Kokonhülle.

Die Wiederannahme eines Kokons erfolgt bei P.piraticus nach einem bestimmten Schema. Findet ein ♀ seinen ihm abgenommenen Kokon wieder, so berührt es ihn zuerst mit den Vorderbeintarsen. Dann rollt es ihn zu sich heran, betastet ihn mit den Palpen und beißt hinein. Anschliessend schiebt es ihn unter den Cephalothorax und hebt ihn mit dem stark angewinkelten 3. Beinpaar hoch. Dabei hält es ihn auch mit den Palpen und Chelizeren. Manchmal stützt es ihn zusätzlich durch ein Vorderbein. Gleichzeitig winkelt es sein Abdomen um ca. 90° zum Cephalothorax hin ab und spinnt den Kokon an. Diese Beobachtungen legen die Vermutung nahe, daß sowohl die Form als auch die chemischen Eigenschaften und die Tastqualitäten des Kokons sowie seine Größe und sein Gewicht geprüft werden.

Bei den nun folgenden Versuchen nahm ich frisch gefangene P.piraticus - ♂♂ mit verschieden alten Kokons als Objekte. Nach den Versuchen erhielten die ♂♂ ihren eigenen Kokon wieder zurück. An einem Tag führte ich mit einem ♀ höchstens zwei Versuche durch, damit Ermüdungserscheinungen (Abnahme des Aktualspiegels) beim Anheften des Kokons vermieden wurden. Die Zeitspanne für das Anheften eines Kokons (oder einer Attrappe) rechne ich von der Berührung des Kokons mit den Beinen bis zum Ende der Spinnwarzenbewegungen beim Befestigen des Fadenseils auf der Kokonoberfläche.

1. Chemische Reize

Zunächst prüfte ich, ob chemische Reize für die Annahme eines Kokons von Bedeutung sind. In einer Versuchsserie nahm ich den ♀♀ den Kokon weg. An seiner Stelle bot ich ihnen einen mit Capronsäure getränkten P.piraticus - Kokon. Der Kokon war bereits trokken, so daß seine Tastqualität sicher nicht verändert war. In 11 Versuchen heftete kein ♀ einen mit Capronsäure getränkten Kokon ab (Tab. 6).

Protokoll: Beginn der Beobachtung 17.16 Uhr.

17.16: Einem P.piraticus - ♀ nehme ich den eigenen Kokon ab und lege einen mit Capronsäure getränkten, trockenen P.piraticus - Kokon in den Käfig; ♀ berührt Kokon mit seinen Vorderbeinen, hebt diese sofort wieder hoch, betastet den Kokon erneut mit den Vorderbeintarsen, trommelt daraufhin unruhig mit den Palpen auf dem Kokon und ergreift ihn schließlich mit den Chelizeren.

17: ♀ hebt den Kokon mit den Chelizeren hoch, läßt ihn jedoch sofort wieder fallen.

17.30: ♀ nimmt den Kokon nochmals mit den Chelizeren hoch und läßt ihn wiederum fallen.

18.00: ♀ kümmert sich nicht mehr um den Kokon.

20.00: Zu dem mit Capronsäure getränkten Kokon gebe ich auch den eigenen Kokon des ♀ ins Gefäß; ♀ berührt seinen Kokon mit den Vorderbeintarsen, nimmt ihn mit den Palpen, den Chelizeren und dem 3. Beinpaar hoch, krümmt das Abdomen ab und heftet ihn sofort an.

Zur weiteren Prüfung chemischer Reize bot ich mehreren P.piraticus - ♀♀ Kokonattrappen aus "Plastika" an. Dies bestrich ich vorher mit frischem Körperinhalt zerquetschter P.piraticus - ♀♀. Während bei Versuchen mit 18,6 - 64,2 mg schweren Plastikattrappen ohne Spinnenbrei von 20 ♀♀ nur 11 ♀♀ (Tab. 8) und in einer weiteren Serie mit 17,6 mg schweren

Plastikkugeln von 10 ♀♀ nur 6 ♀♀ (Tab. 9) die Attrappe an die Spinnwarzen anhefteten, nahmen bei der Versuchsserie der Plastikattrappen mit Spinnenbrei von 11 Versuchstieren [a] 10 ♀♀ (Tab. 7) bzw. [b] alle ♀♀ (Tab. 10) den Kokonersatz an. Dieser Vergleich zeigt deutlich die Zunahme der Anzahl der Befestigung von Kokonattrappen mit Spinnenbrei an den Spinnwarzen.

Die Zeitspanne für das Anheften der Attrappen mit Spinnenbrei betrug in der ersten Versuchsreihe [a] durchschnittlich 2 Min. 13 Sek. (Tab. 7) und in der zweiten [b] 32,1 Sek. (Tab. 10) Da die ♀♀ die Attrappen stets ohne Zögern annahmen, deutet meines Erachtens die lange Zeitspanne bis zum Anheften der Kokons bei der ersten Versuchsreihe [a] darauf hin, daß die ♀♀ durch die feuchte und mit Teilen der zerriebenen Spinnen bedeckte Attrappenoberfläche Schwierigkeiten beim Anheften hatten. Die Beobachtungen zeigten auch, daß die ♀♀ oft vergeblich versuchten, das Fadenseil auf der feuchten und klebrigen Attrappenoberfläche zu befestigen. Die Attrappen der zweiten Versuchsreihe [b] mit einer durchschnittlichen Anheftezeit von 32,1 Sek. waren dagegen etwas abgetrocknet. Die Zeitspanne für das Anheften entspricht derjenigen für die eigenen Kokons. In 10 Versuchen nahm ich P.piraticus - ♀♀ den Kokon ab und gab ihn diesen sofort wieder. Vom Heranrollen der Kokons mit den Vorderbeinen bis zum Anheften an den Spinnwarzen benötigten diese ♀♀ durchschnittlich 30,16 Sek. (Tab. 5).

Daß für die lange Zeitspanne für das Kokonanheften bei der Versuchsserie der mit Spinnenbrei bestrichenen Kokonattrappen nur die veränderte Attrappenoberfläche verantwortlich war, machte ich durch eine weitere Versuchsreihe deutlich. Mehreren P.piraticus - ♀♀ nahm ich den Kokon weg, bestrich ihn mit Spinnenbrei und gab ihn den ♀♀ wieder zurück. Die ♀♀ nahmen die Kokons in 8 Versuchen zwar sofort an, hefteten diese jedoch erst durchschnittlich nach 7 Min. 11 Sek. an (Tab. 11). Daß die Zeitspanne bis zum Anheften der eigenen Kokons noch weit größer war als für die Kugeln aus Plastika mit Spinnenbrei, ist darauf zurückzuführen, daß dieAttrappen den Spinnenbrei besser aufsaugten. So wurde die Oberfläche schneller trocken als bei den P.piraticus - Kokons, und die ♀♀ hatten weniger zum Absaugen.

Ebenso betrug die Zeitspanne bis zum Anheften der Plastikkokons ohne Spinnenbrei der ersten Versuchsreihe mit einem Durchschnittsgewicht von 27,8 mg in 11 Versuchen durchschnittlich 2 Min., 8,2 Sek. (Tab. 8) gegenüber durchschnittlich 44,4 Sek. (Tab. 9) aus 6 Versuchen der Versuchsserie mit Plastikkokons von 17,6 mg Gewicht. Die lange Zeitspanne der ersten Versuchsreihe war wieder durch die Oberflächenbeschaffenheit der Attrappen bedingt. Die Plastikmasse war während dieser Versuche noch feucht.

Das Gewicht der Kokonattrappen mit Spinnenbrei betrug durchschnittlich 35,3 mg (Tab. 7), das Durchschnittsgewicht der P.piraticus - Kokons 27,09 mg (Tab. 3) Bis auf 2 Attrappen lagen alle unter der 50 mg-Grenze, die sich aus meinen Erwägungen als obere Gewichtsgrenze für P.piraticus - Kokons ergab (Tab. 3). Das Durchschnittsgewicht der Plastikkokons ohne Spinnenbrei betrug 27,8 mg (Tab. 8). In der einen Versuchsreihe war das Gewicht konstant 17,6 mg (Tab. 9). Ein höheres Kokongewicht erhöht zwar die Bereitschaft, den Kokon anzuheften (vgl. S. 62); die Differenz von etwa 50 % in der Häufigkeit der Befestigung zu Gunsten der Kokonattrappen mit Spinnenbrei läßt sich aber dadurch nicht erklären, zumal die Tabelle über die Annahme von Plastikkugeln (Tab. 8) zeigt, daß auch schwerere Kugeln aus diesem Material von den ♀♀ nicht angeheftet wurden.

Die Kokonattrappen der Versuchsserien unterschieden sich, von den Gewichtsunterschieden abgesehen, nur durch die Behandlung mit Spinnenbrei. Die dadurch gleichzeitig veränderte Oberflächenstruktur wirkte sich, wie meine Beobachtungen ergaben, für das Anheften nur nachteilig aus. Entscheidend für die Versuchsergebnisse war daher allein die chemische Qualität der Attrappen.

Daß die Ergebnisse auf spezifische chemische Qualitäten der Attrappen zurückzuführen sind, geht aus der folgenden Versuchsserie hervor. Die Plastikkugeln bestrich

ich dazu mit einem frisch hergestellten Brei aus zerquetschten Maden von Stubenfliegen. Wie die Tabelle 12 zeigt, hefteten von 8 Versuchstieren nur 4 ♀♀ die Attrappen an. Die Häufigkeit der Befestigung entsprach damit etwa der von Plastikkugeln ohne Spinnenbrei. Die durchschnittliche Zeitspanne zum Befestigen der Attrappe (3 Min. 36 Sek.) zeigt wieder die Schwierigkeiten auf, die den ♀♀ durch die veränderte Oberfläche beim Anheften der Attrappen entstanden waren. Waren die Plastikkugeln etwas abgetrocknet, hefteten von 10 ♀♀ 7 Versuchstiere die Kugeln an (Tab. 13) und zwar, von einem extremen Meßwert (17 Min.) abgesehen, in durchschnittlich 1 Min. 17,8 Sek. Diese Versuchsreihen bringen einen deutlichen Unterschied sowohl in der Häufigkeit als auch in der Zeitspanne der Befestigung von Kokonattrappen mit Fliegenbrei gegenüber Plastikkugeln mit Spinnenbrei zum Ausdruck.

Damit ist auch erwiesen, daß für die Ergebnisse der Plastikkugeln mit Spinnenbrei nicht ein Beutereiz verantwortlich ist.

Die mit Spinnen- oder Fliegenbrei bestrichenen Kokons oder Kokonattrappen wurden von den ♀♀ nie als Beute behandelt. Die ♀♀ fraßen zwar den Quetschbrei ab, sobald sie jedoch den Kokon anheften konnten, befestigten sie ihn. Auch wenn sie den Kokon oder die Attrappen erst nach Minuten anhefteten, nahmen sie diese doch schon bei der Annahme mit dem 3. Beinpaar hoch.

Bei allen Versuchen zur Feststellung der Bedeutung eines chemischen Reizes für die Kokonaufnahme durch die ♀♀ wurde mit Ausnahme der Reihe der mit Capronsäure behandelten Kokons stets gleichzeitig die Tastqualität der Kokons geringfügig verändert. Kokons,

die sich nur in ihrer chemischen Qualität unterscheiden, erhält man leicht, wenn man sie den ♀♀ nimmt und so lange liegen läßt, bis sie deutlich wahrnehmbar stinken. Versuche mit solchen Kokons zeigten, daß von 10 ♀♀ alle den Kokon annahmen (durchschnittliche Zeitspanne für die Kokonbefestigung 35 Sek. (Tab. 14)). Die Versuche wiesen darauf hin, daß neben dem chemischen Reiz die Tastqualität für das Erkennen des Kokons wichtig ist. Aber auch in diesen Versuchen ließ ein kurzes Zögern der ♀♀ vor dem Anspinnen der Kokons auf die Bedeutung des chemischen Reizes schließen. Dies kam in einem Vergleich mit den Zeiten für das anschliessende Anheften der eigenen Kokons zum Ausdruck. Dabei erhielt ich mit den gleichen ♀♀ einen durchschnittlichen Wert von nur 29,61 Sek. Da bei wiederholten Kokonbefestigungen höchstens Ermüdungserscheinungen der ♀♀ auftreten (GRAEFE 1964) und die Versuchsergebnisse beeinflussen, kann diese zeitliche Differenz nur auf die unterschiedliche chemische Qualität der Kokons zurückgeführt werden. Außerdem legten in einer weiteren Versuchsreihe 6 ♀♀ Kokons mit bereits verwesendem Inhalt nach spätestens 3 Tagen ab. Gab ich diesen ♀♀ danach ihre eigenen Kokons wieder, so nahmen sie diese alle wieder an. Die ♀♀ legten also die stinkenden Kokons ab, obwohl sie noch den Trieb hatten, etwas an den Spinnwarzen angeheftet zu tragen. Als Erklärung für das Ablegen der Kokons kommen allerdings auch noch die fehlenden Erschütterungsreize infrage (vgl. S. 75 u. 79).

Neben der Tastqualität weisen auf einen chemischen Reiz die Zeitspannen für die Befestigung von Plastikkugeln hin, die ich mit P.piraticus - Kokonhüllen überzogen hatte. 8 ♀♀ hefteten die Attrappen in durchschnittlich nur 39 Sek. an (Tab. 15). Dagegen befestigten 8 Versuchstiere Plastikkugeln, die ich mit Linyphiiden-Gewebe überzogen hatte, in durchschnittlich 2 Min. 25 Sek. an (Tab.16). In beiden Versuchsreihen nahmen alle ♀♀ die Kokonattrappen an.

Aus allen diesen Versuchen ist zu ersehen, daß der chemische Reiz neben der Tastqualität für das Erkennen des Kokons für die ♀♀ von großer Wichtigkeit ist.

2. Tastqualität

Zur Prüfung der Tastqualität bestrich ich einige P.piraticus - Kokons mit rotem, in Aceton gelösten, Nagellack. Da die ♀♀ gegen Aceton phobisch reagieren, lagerte ich die lackierten Kokons so lange, bis ich keinen Acetongeruch mehr feststellen konnte. Von 16 Versuchstieren hefteten 9 ♀♀ den lackierten Kokon an (Tab. 18). Die Häufigkeit der Befestigung lag bei diesen Versuchen etwa so hoch wie bei der Serie mit den Plastikkugeln (Tab.8/9). Die Zeitspanne für die Kokonbefestigung war mit durchschnittlich 4 Min. ~~50 Sek.~~, verglichen mit der für die des eigenen Kokons (36,5 Sek.), stark verlängert. Wegen der glatten Oberfläche des lackierten Kokons war für die ♀♀ das prüfende Zubeißen mit den Chelizeren, das Hochhalten mit dem 3. Beinpaar und das Befestigen des Fadenbandes schwierig.

Protokoll: Beginn der Beobachtung 15.22 Uhr.

15.22: Nehme ♀ den Kokon ab und lege einen lackierten P.piraticus - Kokon in den Käfig; ♀ berührt den Kokon mit den Vorderbeinen und rollt ihn zu sich heran, betrommelt ihn mit den Palpen und versucht hineinzubeißen, ♀ schiebt ihn zum 3. Beinpaar und hebt ihn hoch, ♀ krümmt das Abdomen, ♀ schiebt den Kokon wieder nach vorne und prüft erneut mit Palpen und Chelizeren.

26: ♀ prüft und dreht den Kokon immer noch.

27: ♀ läuft mit dem Kokon zwischen den Chelizeren im Käfig umher.

32: ♀ trägt den Kokon an den Spinnwarzen angeheftet.

Bei dieser Versuchsserie wurden allerdings auch vorhandene chemische Eigenschaften der Kokons neben der Tastqualität verändert.

Für die nächsten Versuche umhüllte ich 24 mg schwere Plastikkugeln mit dem Gespinst von Linyphiiden (Tab. 16). Während bei den Versuchen mit Plastikkugeln nur etwa 50 % der P.piraticus - ♀♀ diese als Kokonersatz an die Spinnwarzen anhefteten (vgl. S. 50), nahmen jetzt in 8 Versuchen alle P.piraticus - ♀♀ die Kokonattrappen an. Die durchschnittliche Zeitspanne für die Kokonbefestigung betrug 2 Min. 25,1 Sek. Für diese lange Zeitspanne konnte der sicherlich noch vorhandene Unterschied in der Oberflächenbeschaffenheit oder ein fehlender chemischer Reiz die Ursache sein.

In einer weiteren Versuchsserie überzog ich 15,2 mg und 19,4 mg schwere Plastikkugeln mit P.piraticus - Kokonhüllen (Tab. 15). Wieder nahmen 8 ♀♀ ohne Ausnahme den Kokonersatz an. Dazu in einer Durchschnittszeit von 39,1 Sek. Sie nahmen diese Kokonattrappen also genauso schnell an wie die eigenen Kokons (36,5 Sek.). Einen vorhandenen chemischen Reiz der P.piraticus - Kokonhülle schloß ich allerdings, wie in der folgenden Versuchsreihe, nicht aus.

Aus P.piraticus - Kokons entfernte ich sämtliche Eier bzw. die jeweils vorliegenden Entwicklungsstadien (Tab. 18). Die Kokonhüllen füllte ich mit Eisenpulver und verschloß die kleine Öffnung mit Fäden von "Uhu"-Alleskleber. In 14 Versuchen hefteten alle P.piraticus - ♀♀ die mit Eisenpulver gefüllte Kokonhülle in der kurzen Zeitspanne von 36,5 Sek. an.

Das durchschnittliche Gewicht der mit Eisenpulver gefüllten Kokonhüllen lag mit 69,37mg erheblich über dem Durchschnittsgewicht von P.piraticus - Kokons (27,09 mg). Das Gewicht eines Kokons oder einer Kokonattrappe entscheidet mit über seine Annahme durch das ♀ (vgl.S. 62) Im Vergleich zur Oberflächenbeschaffenheit der Kokons spielt das Gewicht jedoch eine untergeordnete Rolle (vgl. S. 57). Dafür sprechen die folgenden Beobachtungen.

Ein P.piraticus - ♀ tauschte die an den Spinnwarzen angeheftete Plastikkugel mit Fliegenbrei gegen eine mit Eisenpulver gefüllte Kokonhülle von fast gleichem Gewicht aus.

Protokoll: Beginn der Beobachtung 19.37 Uhr.

19.37: ♀ trägt 39,7 mg schwere Plastikkugel mit Fliegenbrei seit 4 Min. an den Spinnwarzen angeheftet; ich gebe eine mit Eisenpulver gefüllte Kokonhülle von 38 mg ins Fangglas.

52: ♀ trägt die Plastikkugel an den Spinnwarzen, die mit Eisenpulver gefüllte Kokonhülle zwischen den Chelizeren.

54: ♀ hat die Plastikkugel abgelegt und die Kokonhülle mit Eisenpulver an den Spinnwarzen angeheftet.

Ein anderes P.piraticus - ♀ tauschte einen 34,0 mg schweren Plastikkokon nach 2 Min. 31,3 Sek. gegen seinen 15,3 mg schweren eigenen Kokon aus.

Außerdem wechselten in einer Versuchsreihe in 5 von 6 Fällen die P.piraticus - ♀♀ eine schwerere Plastikkugel, die sie bereits an den Spinnwarzen angeheftet trugen, gegen eine mit Linyphiidengespinst überzogene Plastikkugel aus (Tab. 19). Hatten die P.piraticus - ♀♀ die Plastikkugel mit dem Linyphiidengespinst längere Zeit mit den Vorderbeinen und den Palpen berührt, nahmen sie die Attrappen mit den Chelizeren auf und trugen sie eine längere Zeitspanne zwischen den Chelizeren, dann senkten sie die Abdomina, legten die Plastikkugeln ab und hefteten die mit dem Gespinst überzogenen Plastikkugeln an.

Bei allen vorangegangenen Versuchen zur Ermittlung der Bedeutung der Kokonstruktur als Kokonerkennungsmerkmal konnte ich die Mitwirkung eines chemischen Reizes nicht ausschließen. Die Versuche mit verwesendem Kokoninhalt (vgl. S. 54) zeigten bereits, daß die Oberflächenkonstruktur der Kokons neben der chemischen Qualität ein wichtiges Erkennungsmerkmal für die P.piraticus - ♀♀ darstellt. Auf den Tastreiz der Kokonattrappen sind vor

allem die Versuchsergebnisse mit den Plastikattrappen mit Linyphiidengespinst zurückzuführen (Tab. 16)

Ein eventuell vorhandener chemischer Reiz des Gespinstes entsprach kaum dem chemischen Reiz eines P.piraticus - Kokongewebes. Die Feststellung von ENGELHARD (1964), daß die Lauffäden von Trochosen sehr schnell ihren chemischen Reiz verlieren, spricht dafür, daß die Linyphiidengespinste keinen chemischen Reiz mehr besaßen. Die P.piraticus - ♀♀ waren auch in der Lage zwischen Plastikattrappen mit Linyphiidengespinst und P.piraticus - Kokons zu unterscheiden. So wechselten 4 P.piraticus - ♀♀ innerhalb von 1 Min. bis zu 2 Std. mit Linyphiidengespinst überzogene Plastikattrappen, die sie an den Spinnwarzen angeheftet trugen, gegen P.piraticus - Kokons aus, die 10 - 16 mg leichter waren (Tab. 20).

Wägt man alle Versuchsergebnisse gegeneinander ab, kommt man zu dem Schluß, daß für das Erkennen der Kokons bei P.piraticus die Tastqualität wie der chemische Reiz eine wichtige Rolle spielen.

3. Kokonfarbe

HOMANN (1931) stellte bei Lycosiden fest, daß sie nur ein Bewegungssehen, kein Formen und Farbensehen besitzen. Die P.piraticus - ♀♀ stürzten sich bei ihrer Kokonsuche auch jeweils erst dann auf den Kokon, wenn sie ihn mit den Tarsen berührt hatten. Dennoch prüfte ich in 6 Versuchen, ob rot oder blau gefärbte Kokons gegenüber unbehandelten von den ♀♀ bevorzugt oder benachteiligt wurden. Den P.piraticus - ♀♀ nahm ich den Kokon ab und färbte ihn mit Wasserfarben. Dann legte ich den ♀♀ den Kokon zwischen die Vorderbeine. Hatten die ♀♀ den gefärbten Kokon angeheftet, gab ich in ihre Fanggläser zusätzlich einen unveränderten P.piraticus - Kokon von etwa gleichem Gewicht.

Aus dem wechselweisen Anheften der Kokons erkannte ich, daß für die ♀♀ die Kokons gleichwertig waren. Durch die aufgetragene Wasserfarbe wurde zwar die chemische Qualität wie die Oberflächenstruktur der Kokons etwas verändert. Diese Veränderungen waren jedoch offenbar zu geringfügig, als daß sie sich auf das Verhalten der ♀♀ auswirkten.

4. Kokonform

Da die ♀♀ den Kokon vor dem Anheften mit den Vorderbeinen zu sich heranrollen, könnte die Form für das Erkennen des Kokons wichtig sein. Da die ♀♀ nur ein Bewegungssehen besitzen (vgl. S.58), könnten runde Kokons gegenüber anders geformten im Vorteil sein, da sie bei Berührung leicht ins Rollen kommen. Um die Bedeutung der Kokonform zu prüfen, bot ich den ♀♀ in einer Versuchsreihe Plastikkugeln und -würfel an (Tab. 8 , Tab. 21) Zu den Versuchen verwandte ich immer neue Attrappen, wenn sie von den ♀♀ einmal angeheftet worden waren, damit nicht eventuell anhaftende Duftspuren das Ergebnis beeinflußten. Aus den Tabellen ist zu ersehen, daß die ♀♀ ca. 40 % der Plastikattrappen, gleich ob sie Kugel- oder Würfelform hatten, nicht annahmen. Auf den ersten Blick sieht es so aus, als ob die Kokonform für die ♀♀ bedeutungslos wäre. Die Zeitdauer, die vom Prüfen der Attrappe bis zum Anheften an die Spinnwarzen verstrich, war bei der Würfelform im Durchschnitt mit 4 Min. jedoch fast doppelt so lang wie die entsprechende Zeitspanne für die Plastikkugeln (2 Min. 26,9 Sek.). (Da die Würfel aus noch feuchtem Plastikmaterial bestanden, dürfen die Versuchsergebnisse nur mit den entsprechenden für feuchte Plastikkugeln erzielten (vgl. S. 52) verglichen werden.) Da die Würfel bei Berührung mit den Tarsen nicht ins Rollen kamen, liefen die ♀♀ des öfteren über sie hinweg, ohne sich um sie zu kümmern. Zudem hinderten die Würfelkanten die ♀♀ häufig bei ihrem Bemühen, die Attrappen an die Spinnwarzen anzuheften. Bei größeren

Würfeln bewegten die ♀♀ oft bereits die Spinnwarzen, ohne daß sie mit diesen den Würfel berührten.

Protokoll: Beginn der Beobachtung 22.15 Uhr.

22.15: Nehme ♀ den Kokon ab und gebe einen Würfel aus Plastika von 74,3 mg in den Käfig, ♀ berührt die Attrappe mit den Vorderbeinen und Palpen, wendet sich ab und steht eine zeitlang mit dem linken 2. Bein auf dem Würfel, ohne eine Reaktion zu zeigen.

16: ♀ berührt den Plastikwürfel mit einem Hinterbein, kümmert sich aber nicht um den Würfel.

18: Lege den Würfel ♀ vor die Vorderbeine, ♀ berührt ihn mit den Vorderbeinen und prüft ihn mit den Palpen und Chelizeren, ♀ nimmt den Würfel mit dem 3. Beinpaar hoch.

20: ♀ dreht den Würfel und versucht ihn anzuspinnen, jedoch ohne Erfolg.

21: ♀ läuft über den Würfel weg und schleppt ihn ein Stück mit dem 3. und 4. Beinpaar mit.

24: ♀ läuft mit dem Würfel umher, es hält ihn mit dem 3. Beinpaar, den Chelizeren und Palpen unter dem Cephalothorax und dem abgewinkelten Abdomen.

Bei den Versuchen mit den Plastikwürfeln mit einen Durchschnittsgewicht von 58,2 mg gegenüber 27,8 mg bei den Plastikkugeln und 27,09 mg bei den P.piraticus - Kokons bot ich sehr schwere Attrappen. Wie die Tabelle zeigt, bot ich jedoch auch Gewichtsgrößen an, die P.piraticus - Kokongewichten entsprechen. Da ein erhöhtes Gewicht bei gleichem Material die Tendenz den Kokon anzuheften erhöht (vgl. S. 61), führe ich die negativen Ergebnisse mit den Würfeln gegenüber den Kugeln bei gleichem Material auf die unterschiedliche Form zurück.

Die größeren Würfel ließen das unterschiedliche Verhalten der ♀♀ gegen Kokonattrappen mit verschiedener Form besser zur Geltung kommen.

Bot ich den P.piraticus - ♀♀ kleinere Kokonattrappen in Kugel - und Würfelform, so zeigte sich die Bedeutung der Kokonform für die ♀♀ nicht mehr so auffällig. P.piraticus - ♀♀ bot ich in einer Versuchsreihe Plastikwürfel von 16,0 mg und 20,2 mg Gewicht an, die ich mit P.piraticus - Kokonhüllen bedeckt hatte (Tab. 22). In 8 Versuchen hefteten alle ♀♀ die Würfel an. Das Versuchsergebnis war bei dieser Umhüllung zu erwarten (vgl. S. 56). Die durchschnittliche Zeitspanne für die Kokonbefestigung betrug nur 44,9 Sek. Sie war damit im Durchschnitt um nur 5 Sek. länger als diejenige für Plastikkugeln mit P.piraticus - Kokonhüllen mit entsprechendem Gewicht.

Die Kokonform ist von Bedeutung beim Heranrollen des Kokons und für die maximale Körperberührung beim Anheften. Gegenüber der Tastqualität und dem chemischen Reiz spielt die Kokonform eine untergeordnete Rolle. Das erklärt auch, warum P.piraticus - ♀♀ von Schlupfwespen parasitierte verformte Kokons weiter trugen.

3. Kokongewicht

Auch das Gewicht des Kokons übt bei der Annahme und beim Tragen auf die ♀♀ einen Reiz aus. In 4 Fällen hefteten P. piraticus - ♀♀ zwar leere P. piraticus - Kokonhüllen mit einem Gewicht von 0,3 - 1,2 mg an den Spinnwarzen an. Nach 34 Min., 37 Min. und 71 Min. legten sie jedoch die angehefteten leeren Kokonhüllen wieder ab. Ein anderes ♀ trug die leere Kokonhülle 3 Std. 10 Min. an den Spinnwarzen. Die ♀♀ aus den 4 Versuchen nahmen danach aber mit Watte gefüllte Kokonhüllen von 4,2 mg und 8,8 mg Gewicht an. Als sie diese nach 6 Min. und 2 Std. 16 Min. (ein anderes ♀ nach 45 Std. 18 Min.) abgelegt hatten, hefteten sie sich immer noch mit Eisenpulver gefüllte Kokonhüllen mit Gewichten bis zu 152 mg an die Spinnwarzen an und trugen sie tagelang (Tab. 23). Die Annahme von schwereren Kokonhüllen mit Eisenpulver, nachdem Kokonhüllen mit Watte

abgelegt worden waren, beobachtete ich in 3 weiteren Fällen.

Sehr deutlich zeigten auch die folgenden Versuche die Bedeutung des Gewichts für die Kokonannahme. P.piraticus - ♀♀ bot ich, während sie den eigenen Kokon an den Spinnwarzen angeheftet trugen, zusätzlich einen P.piraticus - Kokon an, der schwerer als ihr eigener war (Tab. 24). In 4 von 5 Versuchen stellte ich bei den Kontrollen fest, daß die ♀♀ jeweils den schwereren Kokon angeheftet trugen. Das eine ♀, das ich nie mit dem schwereren Kokon beobachtete, öffnete den betreffenden jedoch rechtzeitig, so daß die Jungen auf das ♀ aufsteigen konnten.

Bevor sich die P.piraticus - ♀♀ den schwereren Kokon anhefteten und sich von ihrem eigenen Kokon trennten, beobachtete ich in einem Fall einen mehrmaligen Kokonaustausch. Dieses Verhalten des ♀ wies darauf hin, daß die beiden Kokons nur einen geringen unterschiedlichen Reiz zum Anheften ausübten.

Protokoll: Beginn der Beobachtung 15.05 Uhr.

15.05: Zu einem ♀ mit 9,8 mg schweren Kokon gebe ich einen P.piraticus - Kokon von 23,6 mg in das Fangglas.

08: ♀ prüft den schwereren Kokon mit Palpen und Chelizeren, hebt ihn mit dem 3. Beinpaar hoch; den eigenen Kokon trägt es noch an den Spinnwarzen angeheftet.

09: ♀ schiebt den schwereren Kokon zum Abdomen, wird durch meine Beobachtung gestört und läßt den schwereren Kokon fallen.

10: ♀ berührt mit dem linken Vorderbein den schwereren Kokon, krümmt das Abdomen stark nach vorne, hält mit dem 3. Beinpaar den eigenen Kokon und prüft ihn mit Palpen und Chelizeren.

14: Keine Veränderung.

16: ♀ prüft weiterhin den eigenen Kokon und steht mit dem rechten Hinterbein auf dem schwereren Kokon.

18.00: ♀ hat den eigenen Kokon abgelegt und trägt den schwereren Kokon an den Spinnwarzen.

Die Bedeutung des Kokongewichts führen auch die folgenden Beobachtungen vor Augen. Einem P.piraticus - ♀ nahm ich seinen 20,6 mg schweren Kokon ab und bot ihm einen 7,4 mg schweren. Es nahm ihn sofort zwischen die Chelizeren, zeigte jedoch noch minutenlang ein ausgeprägtes Suchverhalten, bis es den leichteren Kokon an die Spinnwarzen anheftete. Das gleiche Verhalten beobachtete ich in 3 weiteren Versuchen.

Ferner zeigten P.piraticus - ♀♀, denen ich ihren Kokon, ohne ihn von den Spinnwarzen zu lösen, bis auf einen kleinen Geweberest an den Spinnwarzen abgeschnitten hatte, Suchverhalten (vgl. S. 45).

Die Bedeutung des Gewichtes für die Kokonannahme prüfte ich in weiteren Versuchen. 4 P.piraticus - ♀♀ mit Kokongewichten von 37,0 mg bis 43,1 mg gab ich einen 3,6 mg schweren Kokon. Alle ♀♀ nahmen den Kokon an, krümmten das Abdomen ab und hielten ihn mit dem 3. Beinpaar hoch. Sie hatten aber alle Schwierigkeiten, den kleinen Kokon zu halten. Er fiel wegen seiner geringen Größe immer wieder zu Boden. Aus den Versuchen ist zu ersehen, daß die ♀♀ den Kokon vom Gewicht her noch angeheftet hätten, daß sie sich aber schlecht auf die kleine Form umstellen konnten. In einer Versuchsreihe mit einem 2,3 mg schweren Kokon heftete von 4 ♀♀ wiederum keines den Kokon an. Von ihnen winkelte außerdem nur eines das Abdomen zum Anheften ab, 2 ♀♀ bogen es nur leicht und eines gar nicht ab. Verringerte ich das Kokongewicht weiter, so winkelte kein ♀ mehr das Abdomen ab. In 6 Versuchen gab ich P.piraticus - ♀♀ einen 2,1 mg schweren Kokon von 2,1 mm Ø. 4 ♀♀ nahmen ihn nach Berührung mit den Vorderbeintarsen und Palpen mit den Chelizeren auf. Sie ließen ihn jedoch nach einigen Sekunden fallen und suchten weiter. Nur 2 ♀♀ hoben ihn nach Prüfung mit den Palpen und Chelizeren mit dem 3. Beinpaar hoch. Auch diese ♀♀ krümmten ihr Abdomen nicht zum Anheften

des Kokons ab. Während die beiden ♀♀ den Kokon nach ca. 2 Min. zwischen den Chelizeren trugen, zeigten sie bereits Kokonsuchverhalten. Dann legten sie den Kokon endgültig ab.

Um das Verhältnis von Kokongewicht zu Kokongröße zu prüfen, gab ich 10 P.piraticus - ♀♀ eine mit P.piraticus - Kokongewebe überzogene Bleikugel (Tab. 25). Die Attrappe war 16,3 mg schwer und besaß einen Ø von nur 1,54 mm. Alle ♀♀ nahmen sie an, hoben sie mit dem 3. Beinpaar hoch und versuchten sie mit stark nach vorne abgewinkelten Abdomen anzuheften. Bei dem Versuch, die kleine Attrappe mit den Spinnwarzen in Berührung zu bringen, fiel diese oft zu Boden. Nur 2 ♀♀ erreichten eine Anheftung an den Spinnwarzen. Es winkelten jedoch alle ♀♀ ihr Abdomen stark ab und keines zeigte Kokonsuchverhalten, solange es der Attrappe noch Beachtung schenkte. Da die ♀♀ mit dem 3. Beinpaar allein die Attrappe immer wieder verloren, winkelten sie teilweise nicht nur das 3. Beinpaar, sondern auch das 2. und 1. Beinpaar stark ein und kauerten so über der Attrappe.

In einer anderen Versuchsreihe gab ich 10 P.piraticus - ♀♀ einen Kokon von 0,9 mg - 1,6 mg Gewicht. 8 ♀♀ nahmen ihn mit den Chelizeren auf. Kein ♀♀ winkelte jedoch das Abdomen ab, um den Kokon anzuspinnen. Anschließend legte ich denselben ♀♀ eine mit P.piraticus - Kokongewebe überzogene Bleikugel von 14,8 mg Gewicht vor. Von den 10 ♀♀ winkelten 7 ihr Abdomen stark ab und versuchten die Attrappe anzuheften. 3 ♀♀ spielten bereits mit den Spinnwarzen wie beim Kokonanheften, ohne die Attrappe mit den Spinnwarzen zu berühren.

Alle Versuche zeigen, daß ein gewisses Mindestgewicht notwendig ist, damit die P.piraticus - ♀♀ das Abdomen zum Anheften der Kokons stark abwinkeln. Das festge-

stellte Mindestgewicht liegt etwas über dem Gewicht der leeren P.piraticus - Kokonhülle. Das ist im Zusammenhang mit dem Ablegen der leeren Kokonhüllen wichtig (vgl. S. 85). Waren die Kokons zu leicht, so wurden sie von den ♀♀ trotz der entsprechenden Tastqualität und des chemischen Reizes nicht angeheftet, sondern die ♀♀ legten die Kokons ab und suchten weiter. Da ein zu leichter Kokon keinen Versuch der ♀♀ auslöst ihn anzuheften, ist die Kokongröße dem Kokongewicht in der Bedeutung untergeordnet. Einige ♀♀ hefteten zwar auch leere Kokonhüllen an. In diesen wenigen Fällen legten die ♀♀ jedoch alle die leeren Kokonhüllen bald wieder ab (vgl. S. 61). In 15 Versuchen legte ich P.piraticus - ♀♀ eine 1,2 mg schwere leere Kokonhülle vor. Alle ♀♀ nahmen die Hülle mit den Chelizeren auf. 9 ♀♀ winkelten das Abdomen stark ab und 2 ♀♀ hefteten die leere Kokonhülle in 16,5 Sek. bzw. in 50,2 Sek. an. Die ♀♀ konnten die leeren Kokonhüllen schlecht an den Spinnwarzen anheften, da sie zu wenig formbeständig waren. Einerseits hielten sie die Prüfung mit den Palpen und Chelizeren nicht aus, andererseits boten sie den Spinnwarzen beim Anheften zu wenig Widerstand. Ein Kokon mit diesem Gewicht und der diesem Gewicht entsprechenden Größe wäre von den ♀♀ nicht mehr angeheftet worden. Die beiden ♀♀ legten die angehefteten Kokonhüllen auch bald wieder ab. Da die leeren Kokonhüllen vom Gewicht her einen Grenzfall für die Kokonannahme darstellen, konnte auch durch die Kokongröße das Anheften ausgelöst werden.

Die Beobachtungen zeigen, daß die P.piraticus - ♀♀ das Gewicht des Kokons prüfen, und daß das Gewicht für die Annahme eine Rolle spielt. Der Austausch von Plastikkugeln gegen mit Eisenpulver gefüllte Kokonhüllen von gleichem Gewicht (vgl. S. 64) und von schwereren Plastikkugeln gegen leichtere P.piraticus - Kokons (vgl. S. 57) zeigt jedoch deutlich, daß der Gewichtsreiz in seiner Bedeutung für die Annahme eines Kokons dem chemischen Reiz und der Tastqualität der Kokons untergeordnet ist.

6. Kokongröße

Die Bedeutung verschieden großer Kokons zeigte sich, wenn ich P.piraticus - ♀♀ einen Trochosa robusta - Kokon vorlegte. Diesen wesentlich größeren Kokon konnten die P.piraticus - ♀♀ weder mit den Chelizeren noch mit dem 3. Beinpaar hochheben. Sie waren deshalb nicht in der Lage sein Gewicht zu prüfen. Die ♀♀ zeigten ihre Erregung nach der Kokonberührung durch Vorderbeintrommeln. Sie versuchten auch mit dem Kokon in engere Berührung zu kommen, verloren aber nicht das Interesse am eigenen Kokon. In 5 Versuchen tauschte kein P.piraticus - ♀♀ seinen Kokon gegen den Trochosa robusta - Kokon aus. Nahm ich den P.piraticus - ♀♀ ihren Kokon von den Spinnwarzen ab, so versuchten sie den Trochosa robusta - Kokon anzuheften. Die Trochosen versuchten dagegen nicht die P.piraticus - Kokons an den Spinnwarzen zu tragen. Legte ich den P.piraticus - ♀♀ mit angehefteten Trochosa robusta - Kokon ihren eigenen Kokon wieder unter die Vorderbeine, so kehrten sie in allen 5 Fällen zu ihren eigenen Kokons zurück. Sie zogen den eigenen Kokon einem zu großen Kokon vor. Bei einem P.piraticus - ♀, das den Trochosa robusta - Kokon angeheftet hatte und dann seinen eigenen Kokon anzuheften versuchte, beobachtete ich, daß es zunächst die Spinnwarzen in einiger Entfernung vom Kokon bewegte.

Protokoll: Beginn der Beobachtung 10.48 Uhr

10.48: Zu einem P.piraticus - ♀ mit Kokon gebe ich einen Trochosa robusta - Kokon (120,4 mg).

11.00: ♀ trägt den eigenen Kokon an den Spinnwarzen angeheftet, ich nehme ♀ den eigenen Kokon ab, nach Berührung des Trochosa robusta - Kokons prüft es diesen sofort mit den Palpen und Chelizeren, ♀ versucht den Kokon unter seinen Chephalothorax zu schieben, die Beine kommen nicht mehr richtig auf den Boden, ♀ ist mit dem Kokon in größtmöglicher Körperberührung, es heftet jedoch nicht an den Spinnwarzen an; ich lege den P.piraticus - Kokon wieder in das Fangglas.

12.50: ♀ liegt auf dem Trochosa robusta - Kokon, der eigene Kokon berührt die Vorderbeine.

12.55: ♀ nimmt den eigenen Kokon mit den Palpen und Chelizeren auf, ♀ steht dabei mit seinen Hinterbeinen auf dem Trochosa robusta - Kokon, der Trochosa robusta - Kokon dreht sich etwas und ♀ fällt langsam seitlich um, dabei hält es den eigenen Kokon mit Palpen, Chelizeren und dem 3. Beinpaar fest, die Hinterbeine löst es nicht vom Trochosa robusta - Kokon.

13.00: ♀ richtet sich auf, stellt sich mit dem 1., 2. und 3. linken Bein auf den Trochosa robusta - Kokon.

13.03: ♀ versucht den eigenen Kokon anzuheften, führt jedoch zunächst bei den Anheftebewegungen das Abdomen zu weit vom eigenen Kokon.

13.04: ♀ trägt den eigenen Kokon an den Spinnwarzen.

13.10: ♀ steht mit 2., 3. und 4. linken Bein immer noch auf den Trochosa robusta - Kokon.

13.50: ♀ hat den eigenen Kokon noch einmal kurz abgelegt, läuft dann auf den Trochosa robusta - Kokon hinauf, dreht sich sogleich wieder um, kommt herab und heftet mit den Hinterbeinen auf dem Trochosa robusta - Kokon stehend den eigenen Kokon an.

Nimmt man die Versuchsergebnisse hinzu, daß die P.piraticus - ♀♀ kleine 0,9 - 1,6 mg schwere Kokons (vgl.S. 64) und einen 2,1 mg schweren Kokon mit 2,1 mm Ø nicht anzuheften versuchten (vgl. S. 63), dagegen aber Kokon-

attrappen von nur 1,54 mm ø mit 16,3 mg Gewicht (vgl. S.64), so kann man schließen, daß die Kokongröße für die Annahme durch die ♀♀ weniger wichtig ist als das Kokongewicht. Die Größe des Kokons muß nur ungefähr mit den Körpermaßen der ♀♀ übereinstimmen, damit diese ihn an den Spinnwarzen anheften und tragen.

Meine Versuche lassen folgern, daß bei der Kokonannahme durch die ♀♀ die Tastqualität und der chemische Reiz eine wichtige Rolle spielen. Weiter folgen Gewicht, Größe und Form des Kokons. Seine Farbe ist für die Annahme unwichtig.

Die Kokonkontrolle durch die ♀♀ vor dem Befestigen läuft meines Erachtens nach folgendem Schema ab. Hat eine Kokonattrappe die entsprechenden chemischen Eigenschaften und Tastqualitäten, so wird sie von den P.piraticus - ♀♀ nach dem Heranrollen mit den Vorderbeinen und dem Prüfen mit den Palpen und Chelizeren mit dem 3. Beinpaar aufgenommen. Ist das Gewicht groß genug, winkeln die ♀♀ ihre Abdomina ab und schieben den Kokon mit dem 3. Beinpaar in Richtung Abdomen am Cephalothorax entlang. Stimmt die Kokongröße mit den Körpermaßen der ♀♀ überein und stellt die Kokonform kein Hinternis dar, so heften die ♀♀ den Kokon an die Spinnwarzen.

In Wirklichkeit handelt es sich beim Erkennen des eigenen Kokons durch die P.piraticus - ♀♀ um eine Summation von Reizen. Der eigene Kokon ist in der Summe seiner kennzeichnenden Reize allen Attrappen überlegen.

Die Tabellen (26, 27, 28) geben Zeitspannen für den Austausch von Plastikkugeln mit und ohne Spinnenbrei und von mit Eisenpulver gefüllten Kokonhüllen gegen den eigenen Kokon an. Die unterschiedlich langen Zeitspannen, die vom ersten Berühren des eigenen Kokons bis zum Austausch gegen die angehefteten Attrappen

verstrichen, bringen den unterschiedlichen Grad an Ähnlichkeit von Attrappen und Kokon zum Ausdruck.

Auch die mit Eisenpulver gefüllten Kokonhüllen, die in Form, Farbe, Größe, chemischer Qualität und Oberflächenstruktur mit dem eigenen Kokon übereinstimmten und noch einen zusätzlichen Reiz durch ihr größeres Gewicht besaßen, wurden gegen die P.piraticus - Kokons ausgetauscht. Andererseits tauschten die P.piraticus - ♀♀ leichtere Kokons gegen schwerere aus. Das spricht dafür, daß sie auch den Kokoninhalt prüfen (vgl. S. 80).

V. Öffnen des Kokons

Darüber, daß die Lycosiden - ♀♀ den Kokon zum entsprechenden Zeitpunkt öffnen müssen, damit die Jungen schlüpfen können, besteht heute kein Zweifel mehr. Die Mehrzahl der älteren Autoren (BLACKWALL 1861/64, HENKING 1891, NIELSEN 1932) und sogar DAHL in seiner berühmten Lycosidenmonographie (1908) waren der Ansicht, daß die Jungen selbst den Kokon sprengen. Doch haben bereits WAGNER(1888 und 1894), MONTGOMERY (1903) und TRANI (1906) richtig erkannt, daß die ♀♀ den Kokon aufbeißen.

Beim Öffnen des Kokons durch die ♀♀ handelt es sich um einen kontinuierlichen Vorgang, der sich über eine längere Zeitspanne erstreckt. Das Aufbeißen des Kokons selbst ist nur die letzte und auffallendste Handlung. Die ♀♀ beginnen den Kokon bereits wenige Tage nach seiner Fertigstellung mit den Chelizeren zu bearbeiten. Die von ihnen erzeugten ersten Bißspuren sind deutlich an den intensiv grün gefärbten Kokons der Pardosen zu sehen; denn bei ihnen kommt das darunterliegende weiße Gewebe in auffallender Weise zum Vorschein. Etwa 30 Pardosa amentata - ♀♀ beobachtete ich vom Beginn der Kokonbearbeitung mit den Chelizeren bis zur Öffnung. Die Zeitdauer vom Kokonbau bis zum Schlüpfen der Jungen

beträgt nach meinen Beobachtungen bei Zimmertemperatur ca. 36 Tage. Die ersten deutlichen Bißspuren sah ich bereits 10 Tage nach der Fertigstellung des Kokons. Die ♀♀ beißen zuerst links und rechts dicht neben der Kokonnaht kleine Fenster in die oberste grüne Schicht des Kokons. Diese Bißstellen vereinigen sich am 12. Tag nach dem Kokonbau zu einem weißen Band, das zunächst noch ganz schmal ist. Die ♀♀ zerreißen mit den Chelizeren anschließend auch die straff gespannten weißen Fäden entlang der Kokonnaht. Dann befindet sich an der Naht nur noch das Innenfutter. Dieses ist an der Stelle des Kokonrandes besonders mächtig und kann dem Druck der sich entwickelnden Jungen nachgeben. Die Möglichkeit der Raumvergrößerung in den Lycosidenkokons zeigt sich deutlich, wenn man versucht, die beiden Kokonhälften mit einer Pinzette auseinanderzuziehen. Etwa 14 Tage nach dem Kokonbau ist das weiße Band der Pardosa amentata - Kokons durch die einsetzende Volumenvergrößerung breit geworden. MONTGOMERY (1903) bezeichnete dieses auffallende Band treffend als Äquator. In dieses weiße Band beißen die ♀♀ vor dem Schlüpfen der Jungen Fenster, durch die dann die Jungen auskriechen.

Beim Lockern der Kokonnaht halten die ♀♀ die Kokons mit dem 3. Beinpaar und den Palpen unter dem Cephalothorax. Oft lösen sie die Kokons dabei gar nicht von den Spinnwarzen ab, sondern krümmen nur das Abdomen stark nach vorne. Die Stellung entspricht der Haltung bei der letzten Phase des Kokonbaues. Sind die Kokons bereits stärker gelockert, so nehmen sie die ♀♀ auch von den Spinnwarzen ab, halten sie mit dem Cephalothorax und den Palpen auf dem Boden fest und bearbeiten sie mit den Chelizeren. Den linsenförmigen Kokon halten sie dabei nicht nur quer, sondern auch parallel zur Körperlängsachse.

Der frisch gebaute Kokon von P.piraticus ist zartblau. Die ersten feinen Bißstellen sind selbst unter dem Binokular nur schwer festzustellen. Die P.piraticus - ♀♀ setzen diese nicht nur entlang der Kokonnaht, sondern über den ganzen Kokon hinweg. Das mag damit zusammenhängen, daß sie im Gegensatz zu den Pardosen den Kokon an allen Stellen an den Spinnwarzen angeheftet tragen (vgl. S. 35). Sind bei P.piraticus alle Eier der Oberfläche der frisch gebauten Kokons deutlich einzeln zu erkennen, so verschwindet dieses Muster durch die Kokonlockerung bald. Auch die P.piraticus - ♀♀ lockern den Kokon vor allem entlang der Naht. Nur dann können sich die Kokons aufgrund ihrer Bauweise stark ausdehnen. Die ♀♀ beißen auch "Fenster" in den Kokon. Die ♀♀ der Gattungen Pardosa, Tarentula und Trochosa öffnen ihre Kokons, indem sie auf etwa drei Viertel der Länge der Kokonnaht auch das Innenfutter durchbeißen. Die P.piraticus - ♀♀ hingegen öffnen ihren Kokon, ohne sich an die Nahtlinie zu halten. Sie beißen einen großen Deckel vom Kokon ab. Dazu lösen sie den Kokon nicht von den Spinnwarzen und tragen ihn dann folglich mit der Öffnung nach unten.

Deshalb fallen die meisten Jungen aus dem Kokon heraus und machen die letzte Postembryonalhäutung außerhalb des Kokons durch (vgl. S. 86). Die deckelförmige Öffnung der Kokons unabhängig von der Nahtlinie ist deshalb interessant, weil man aufgrund der Beobachtung bei anderen Lycosiden, die den Kokon entlang der Naht öffnen, bisher annahm, daß allein die größere Griffigkeit der Kokonnaht dafür verantwortlich sei. MONTGOMERY (1903) sprach als erster die Vermutung aus, daß die Chelizeren an der Kokonnaht leichter angreifen können und daß deshalb dieses "Muster" beim Öffnen der Kokons entsteht. Für P.piraticus treffen diese Überlegungen nur für die Phase der stärksten Lockerung entlang der Kokonnaht zu.

Wird der Kokon nicht rechtzeitig geöffnet, gehen die Jungen zugrunde. Bereits wenige Tage nach dem versäumten Öffnungstermin können ihre Beine aus Platzmangel

verkrüppelt sein (LECAILLON 1907, MONTGOMERY 1909, GRAEFE 1964). Nach ENGELHARDTs (1964) Beobachtungen waren 1 - 3 Tage nach dem Schlüpftermin noch alle jungen Trochosen am Leben. 4 - 5 Tage nach dem Zeitpunkt für die Kokonöffnung waren bereits 50 % der Jungen tot und die restlichen moribund. Nach 7 Tagen schließlich waren fast alle tot. Die Frage war nun, ob bereits die Vergrößerung der Kokons für die Entwicklung der Jungen notwendig ist. Die Kokonwand schließt bei den frisch gebauten Lycosiden - Kokons dicht an die Eimasse an. Bei den Drassodiden (HOLM 1940) erhalten die Jungen dadurch genügend Raum, daß die den Eiern reichlich beigegebene Flüssigkeit eintrocknet. Andere Kokons (z. B. von Echemus, Zelotes) sind nicht straff um die Eier gespannt, bei Agroeca (Clubionidae) findet sich sogar ein zusätzlicher Raum im Kokon. Auch bei P.piraticus wird die bei der Eiablage abgegebene Flüssigkeit von den Eiern aufgesaugt. Der damit verbundene Raumgewinn reicht aber für die Entwicklung nicht aus. Um die Notwendigkeit der Kokonlockerung durch die ♀♀ zu prüfen, nahm ich je 8 Kokons von Pardosa amentata und von Pirata piraticus, die noch keine Bißspuren zeigten, den ♀♀ weg. Die Untersuchung nach 8 Wochen zeigte, daß die Entwicklung im Kokon nur bis zum Beginn des 2. PE fortgeschritten war. Die Entwicklung lief also bis zum Beginn des 1. frei beweglichen Stadiums ab. In bereits gelockerten Kokons erfolgte dagegen die Entwicklung jeweils bis zum schlüpfreifen 3. PE. Selbst in den P.piraticus - Kokons lagen zum größten Teil fertig entwickelte, 3. PE vor, obwohl die Jungen unter natürlichen Bedingungen die Häutung zum 3. PE außerhalb der Kokons durchführen.

Die Kokonlockerung ist für die ungestörte Entwicklung der Jungen notwendig. Um die Größenzunahme der P.piraticus - Kokons zu erhalten, kontrollierte ich die Kokondurchmesser während der Kokontragezeit mit einem

Meßokular. Durchschnittlich nahmen die 3 - 4 Tage alten Kokons (8 Werte) in der Höhe (= Senkrechte zur Kokonnaht) um 2,8 % und im Durchmesser um 4 % zu (Tab. 29) Als Wert für den Kokondurchmesser setzte ich den Mittelwert aus 2 Messungen von um 90° gegeneinander versetzten Durchmessern ein. Bei 6 - 7 Tage alten Kokons waren die Werte kaum verändert. Aus 7 Messungen erzielte ich für die Zunahme der Kokonhöhe wiederum einen durchschnittlichen Wert von 2,8 %, während der Kokondurchmesser um 4,9 % zugenommen hatte (Tab. 30). Aus 8 Messungen erhielt ich 10 - 11 Tage nach dem Kokonbau eine Zunahme in der Kokonhöhe um 14,7 % und im Durchmesser um 6,7 % (Tab. 31). Nach 14 - 15 Tagen war die durchschnittliche Zunahme in der Kokonhöhe auf 19,6 % der ursprünglichen Kokonhöhe angewachsen (8 Werte), während sich der Durchmesser mit einer Zunahme von ca. 6,5 % nicht weiter veränderte (Tab. 32). Diese Werte unterstreichen die Möglichkeit der Kokons, sich ihrer Bauweise entsprechend, vor allem in der Richtung senkrecht zur Nahtebene auszudehnen. Ferner machen die Werte deutlich, daß die starke Lockerung und Dehnung im Bereich der Kokonnaht erst ca. 10 - 14 Tage nach dem Kokonbau einsetzt.

Die für die Entwicklung der Jungen notwendige Lockerung und Vergrößerung der Kokons kennen wir auch von den Pisauriden und Theridiiden.

Damit die ♀♀ die Kokons der Entwicklung der Jungen entsprechend lockern und öffnen, müssen sie entweder die Entwicklung der Jungen wahrnehmen, oder nach einer endogenen Rhythmik öffnen, die vielleicht durch die Außentemperatur wie die Entwicklung im Kokon gesteuert wird. Da die ♀♀ die Kokons immer wieder mit den Chelizeren prüfen, lag der Gedanke nahe, daß sie dabei die Entwicklung im Kokon kontrollieren. ENGELHARDT(1964) wies nach, daß die Kokonöffnung bei Trochosa allein einer endogenen Rhythmik folgt. Er tauschte frisch

gebaute Trochosa - Kokons gegen 14 Tage bzw. 28 Tage alte aus. Die ♀♀, die frisch gebaute Kokons erhielten, öffneten diese zum Schlüpftermin der eigenen Kokons. Die ♀♀, die die 14 Tage bzw. 28 Tage alten Kokons erhielten, öffneten diese nicht und legten sie mit den toten Jungen nach einiger Zeit ab. Ferner gab ENGELHARDT 5 ♀♀ mit Watte oder Sägemehl gefüllte Kokons. Diese ♀♀ öffneten die präparierten Kokons wiederum zum Schlüpftermin der eigenen Jungen. Auf Kokons, die künstlich in Vibration versetzt wurden, reagierten die ♀♀ nicht, außer durch Flucht. Nach diesen Versuchen hatte ENGELHARDT keinen Zweifel, daß der Reiz für das Öffnen der Kokons weder vom Kokon noch von darin enthaltenen Jungen stammt. Auch MELCHERS (1963) kam bei Cupiennius salei durch Kokonaustauschversuche zu dem Ergebnis, daß die ♀♀ den Kokon einer endogenen Rhythmik folgend öffnen.

Beobachtungen bei Pardosa amentata wiesen mich dagegen darauf hin, daß die ♀♀ die Entwicklung im Kokon wahrnehmen. In 10 Versuchen stellte ich fest, daß die Kokons jeweils 12 Tage nach der Fertigstellung bereits einen schmalen Streifen hellen Grundgewebes an der Nahtlinie zeigten. Kokons, die ich in diesem Entwicklungsstadium öffnete, zeigten, daß zu diesem Zeitpunkt das 1. PE sich in das 2. PE verwandelt. Nach HOLM (1940) dauert die Entwicklung bei einer Zimmertemperatur von 20 - 22° C für Pardosa amentata noch 23 Tage. Damit ergibt sich eine Entwicklungszeit von 35 Tagen. Diese Zeitspanne stimmt mit meinen Beobachtungen über die Kokontragezeit von Pardosa amentata bei Zimmertemperatur überein (36 Tage) (vgl.S.70). Die ersten auffallenden Spuren einer Lockerung der Kokonhülle waren also gleichzeitig mit dem Auftreten des 1. frei beweglichen Entwicklungsstadiums im Kokon festzustellen. Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß die ersten feinen Bißspuren bereits früher auftreten. Diese Beobachtungen schließen eine endogene Rhythmik der ♀♀ nicht aus.

In einer Versuchsreihe tötete ich den Inhalt frisch gebauter Kokons von 8 Pardosa amentata - ♀♀ durch Hitzeeinwirkung im Trockenschrank ab. 7 ♀♀ nahmen den Kokon danach wieder an. 5 ♀♀ lockerten diese Kokonhüllen entlang der Naht, bis ein heller Ring deutlich zu sehen war, lockerten sie jedoch nicht vollständig und öffneten sie nicht. 2 - 7 Tage nach dem Abtöten der Eier legten die ♀♀ die Kokons ab oder saugten sie aus. Eine Kontrolle der Kokons zeigte, daß noch keine PE vorlagen.

Die ♀♀ lockerten die Kokonhüllen also auch ohne die Erschütterungsreize der sich entwickelnden Jungen, öffneten sie jedoch in keinem Fall. Außerdem legten sie die Kokons bereits nach 2 - 7 Tagen ab. Sie mußten demnach eine Veränderung der Kokons bemerkt haben. Diese konnte in der veränderten chemischen Qualität und Tastqualität des Kokoninhalts oder in der fehlenden Entwicklung gelegen haben. Da die ♀♀ die Kokons noch bis zu 7 Tage trugen und lockerten, sprachen die Versuche dafür, daß neben einer endogenen Rhythmik der ♀♀ auch die Entwicklung der Jungen den Verlauf der Kokonöffnung beeinflußt. Dafür sprachen auch Beobachtungen an 12 Pardosa paludicola - ♀♀, die ihre Kokons nach unvollständiger Lockerung der Hülle ablegten, ohne sie zu öffnen. Die Eier der Kokons zeigten keine Entwicklung und waren wahrscheinlich unbefruchtet.

Die Frage nach dem Auslöser für die Kokonöffnung durch die ♀♀ untersuchte ich in einer größeren Anzahl von Versuchen bei P.piraticus. In einer Versuchsreihe tauschte ich bei ca. 150 ♀♀ die Kokons wechselseitig aus. Nach dem unterschiedlichen Grad der Kokonlockerung war ich in der Lage, frisch gebaute Kokons mit bereits weiter entwickelten auszutauschen und umgekehrt. Andererseits tauschte ich auch Kokons aus, die nach ihrem Aussehen zu schließen (Lockerung, Farbe), in ihrer Entwicklung nicht zu weit auseinander lagen. Würden die ♀♀ nur einer endogenen Rhythmik folgen, wie das ENGELHARDT(1964)

bei Trochosen feststellte, so dürften die ♀♀ die Austauschkokons nicht zum Schlüpftermin dieser Jungen öffnen. Öffneten die P.piraticus - ♀♀ jedoch die Austauschkokons zum Schlüpftermin der fremden Jungen, so erhielt ich dadurch gleichzeitig die Termine der Kokonöffnung derjenigen ♀♀, von denen der Kokon stammte. Da die Jungen nur bei rechtzeitiger Kokonöffnung voll lebensfähig sind (vgl. S. 71), mußten die so erhaltenen Termine den Öffnungszeiten der Mütter genau entsprechen. Somit mußte es mir möglich sein, ohne die Kokonbautermine der ♀♀ zu kennen, exakte Angaben über eine Verschiebung der Kokonöffnungstermine der ♀♀ zu machen. Von den 150 Kokonaustauschversuchen stellte ich jeweils Versuche mit gleichem Ergebnis zu Gruppen (A - F) zusammen; je nachdem ob sich die ♀♀ auf die Entwicklung im Fremdkokon umstellten oder nicht.

A) In 4 Kokonaustauschversuchen öffneten 4 ♀♀ die Fremdkokons, als sie noch unentwickelte Eier enthielten (Tab. 33). Die ♀♀, die diese Kokons gebaut hatten, öffneten am gleichen Tag ihre Austauschkokons. Aus diesen Kokons fielen Junge, die die 3. Postembryonalhäutung durchmachten und dann auf die ♀♀ aufstiegen. Damit hatte ich den Beweis, daß die 4 ♀♀ mit weniger weit entwickelten Austauschkokons diese zu dem Zeitpunkt öffneten, der der Entwicklung ihrer eigenen Kokons entsprach.

Die ♀♀ mit den weiter entwickelten Austauschkokons öffneten diese aber zu dem Zeitpunkt,der der Entwicklung im Kokon entsprach. Hätten sie sich einer endogenen Rhythmik entsprechend verhalten, dann hätten sie die Austauschkokons erst geöffnet, wenn bereits alle Jungen lange tot waren (vgl. S. 72). Die ♀♀ hatten sich auf die Entwicklung in den Austauschkokons umgestellt. Als Auslöser für die Umstellung kamen vor allem Bewegungsreize der sich entwickelnden Jungen infrage, da sich die Kokons außer durch Größe und Gewicht nur durch den Entwicklungszustand der Jungen unterschieden. Die ♀♀

behielten dagegen den für die eigenen Kokons zutreffenden endogenen Rhythmus bei, wenn der Austauschkokon in der Entwicklung gegenüber dem eigenen Kokon sehr weit zurück lag. Die Zeitspanne des Tragens der Austauschkokons (3 - 5 Tage) konnte für die erfolgte oder nicht erfolgte Umstimmung der ♀♀ nicht verantwortlich sein, da sie für beide Versuchsergebnisse vollkommen gleich war.

B) 12 weitere Versuche zeigten ähnliche Ergebnisse (Tab. 34). Die ♀♀, deren Austauschkokon weiter entwickelt war, stellten sich wieder auf den Entwicklungszustand dieser Kokons um. Die nicht ihrer Entwicklung entsprechend geöffneten Austauschkokons enthielten zum Zeitpunkt der Öffnung in 5 Fällen sich entwickelnde Eier und 5-mal 1. PE. Nur 2-mal war die Entwicklung bereits bis zum beginnenden 2. PE fortgeschritten. Die ♀♀ öffneten jedoch die Austauschkokons nicht wie in den 4 bereits erläuterten Versuchen zum Öffnungstermin der eigenen Kokons, sondern sie öffneten 10-mal später und 2-mal früher. Das zeigt, daß auch durch Austauschkokons mit zurückliegender Entwicklung der endogene Rhythmus der ♀♀ beeinflußt werden kann.

C) In 49 Fällen (Tab. 35) der ca. 150 Kokonaustauschversuche öffneten jeweils beide ♀♀ den Austauschkokon seiner Entwicklung entsprechend. Die Ergebnisse zeigen eindeutig, daß auch die Umstellung der ♀♀ auf Kokons mit geringerer Entwicklung möglich ist. Die ♀♀ öffneten den Austauschkokon in 24 Fällen früher und 25-mal später, als sie den eigenen Kokon geöffnet hätten. Als durchschnittlichen Wert erhielt ich eine Vorverlegung des Kokonöffnungstermins um 9 Tage und eine Rückverlegung um 7 Tage. Die entsprechenden Maxima lagen bei 16 Tagen und 21 Tagen. Die Durchschnittswerte sagen mehr aus als die Maxima. Das zeigt deutlich der Wert von 21 Tagen für die Zurückverlegung des Kokonöffnungstermins. Wenn eine Rückverlegung um maximal 21 Tage die

Regel wäre, ließen sich die bisherigen Ergebnisse nicht erklären; denn 21 Tage entsprechen der Kokontragezeit von P.piraticus bei Zimmertemperatur (vgl. S. 22).

D) Daß der Umstellung der ♀♀ auf einen Kokon mit geringerer Entwicklung als der eigene Grenzen gesetzt sind, verdeutlichen die folgenden 5 Ergebnisse. Wie die Tabelle 36 zeigt, differierte die Entwicklung der Kokons um ca. 10 Tage. Die ♀♀ stellten sich zwar auf die Entwicklung in den Austauschkokons um, begannen jedoch vorher die Austauschkokons durchschnittlich 2 Tage nach ihrem Kokonöffnungstermin zu öffnen. Da sich bei P.piraticus die letzte Phase der Kokonöffnung deutlich von der Kokonlockerung unterscheidet, war es zu erkennen. Die ♀♀ öffneten die Kokons aber nicht vollständig, sondern trugen sie noch ca. 7 1/2 Tage und öffneten sie dann der Entwicklung der Jungen entsprechend. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, daß die Entwicklung in den Kokons bei der zunächst einsetzenden Öffnung bereits bis zum Ende des 1. Anfang des 2. PE abgelaufen war. Die Beobachtungen zeigen, daß mit 10 Tagen im allgemeinen die höchstmögliche Zurückverlegung des Kokonöffnungstermins für P.piraticus - ♀♀ erreicht ist. Die ♀♀ befanden sich offensichtlich in einer Grenzsituation zwischen ihrer endogenen Rhythmik und der Entwicklung im Austauschkokon.

E) Lagen die Austauschkokons in ihrer Entwicklung gegenüber den eigenen Kokons der ♀♀ noch weiter zurück, so wurden sie durchschnittlich 6 Tage (max. 11 Tage) über den Öffnungszeitpunkt für den eigenen Kokon getragen und dann geöffnet oder ungeöffnet abgelegt, wie 12 weitere Versuche zeigten (Tab. 37). Zum Zeitpunkt der Kokonöffnung lagen 4-mal Eier, 5-mal 1. PE und nur 3-mal beginnende 2. PE vor. Von diesen 3 Fällen war zudem einmal nur bei wenigen Eiern die Entwicklung bis zum 2. PE abgelaufen. Die meisten Eier zeigten keine Entwicklung.

Gegenüber den Ergebnissen der Versuchsreihe mit den Austauschkokons, die um ca. 10 Tage gegenüber den eigenen Kokons der Spinnen in der Entwicklung zurück lagen (Tab. 36), muß berücksichtigt werden, daß die Kokons dieser Tabelle (Tab. 37) durchschnittlich 4 Tage später von den ♀♀ geöffnet wurden. Sie lagen daher gegenüber der vorangegangenen Versuchsserie in der Entwicklung weiter zurück als es die vergleichbaren Entwicklungsstadien zum Zeitpunkt der Kokonöffnung erkennen ließen.

F) Aber auch auf Austauschkokons, die gegenüber dem eigenen in der Entwicklung zu sehr vorauseilten, stellten sich die ♀♀ nicht um. Wenn die Austauschkokons in ihrer Entwicklung um durchschnittlich 14 Tage weiter waren, öffneten die ♀♀ die Kokons nicht wie 5 Versuche zeigten (Tab. 38). Die ♀♀ öffneten die Kokons ca. 7 Tage vor ihrem Kokonöffnungstermin, fraßen sie an oder legten sie ungeöffnet ab. Die ♀♀ trugen die Kokons durchschnittlich 12 Tage über den Öffnungstermin der Austauschkokons hinaus. Da die ♀♀ die Kokons nicht rechtzeitig öffneten, starben die schlupfreifen Jungen. Nach ENGELHARDT (1964) sind spätestens 7 Tage nach dem Schlüpftermin in einem ungeöffneten Trochosa - Kokon sämtliche Jungen tot. Die ♀♀ trugen - wenn man entsprechende Verhältnisse voraussetzt - die Kokons mit totem Inhalt noch 5 Tage, bevor sie diese ablegten.

Eine entsprechende Zeitspanne trugen die ♀♀ Kokons mit abgetötetem Inhalt. In 25 Versuchen tötete ich frisch gebaute Kokons durch 10-minütige Einwirkung von 60° C ab. Die ♀♀ legten die Kokons durchschnittlich nach 6 1/2 Tagen (max. 14 Tage; min. 1 Tag) geöffnet oder ungeöffnet ab oder fraßen sie (Tab. 39). Die Kontrolle zeigte, daß alle Kokons noch Eier enthielten. Zersetzungsvorgänge in den Kokons konnten keine Rolle gespielt haben, da die Eier durch die Hitzeeinwirkung ausgetrocknet waren. In 10 weiteren Versuchen

tötete ich durch 10-minütige Einwirkung von 60° C Kokons mit 2. PE ab. Die ♀♀ legten die Kokons wieder nach ca. 5 Tagen (max. 9 Tage; min. 2 Tage) geöffnet oder ungeöffnet ab oder fraßen sie(Tab. 40).

Eine Vorverlegung des Kokonöffnungstermins um ca. 8 Tage spielte für die ♀♀ keine Rolle (vgl. S. 77). Da eine weitere Vorverlegung des Kokonöffnungstermins nicht möglich ist, folgere ich, daß die ♀♀ innerhalb ihrer endogenen Rhythmik erst 8 - 10 Tage vor dem Schlüpfen der eigenen Jungen für die spezifischen Erschütterungsreize der frei beweglichen Stadien besonders empfindlich werden.

Daß die ♀♀ die Kokons mit den toten Jungen ca. 7 Tage vor dem eigenen Kokonöffnungstermin ablegten und nicht 5 - 6 Tage danach, wie sie das bei Kokons mit Eiern machten (vgl. S. 78), ließ darauf schließen, daß sie zwischen sich entwickelnden Eiern und totem Kokoninhalt unterscheiden.

Aus den Versuchen ist ersichtlich, daß die ♀♀ Kokons mit etwa 14 Tagen Vorsprung bzw. mehr als 10 Tagen Verspätung in der Entwicklung nicht mehr dem Austauschkokon entsprechend öffnen. Innerhalb eines Entwicklungsunterschieds von ca. 8 Tagen zwischen dem eigenen und dem Austauschkokon erfolgt jedoch eine Umstellung der ♀♀.

Mit diesen Ergebnissen lassen sich auch die von ENGELHARDT (1964) in Einklang bringen. Die ♀♀ der Gattung Trochosa mit einem 14 Tage bzw. 28 Tage alten Kokon stellten sich auf die Entwicklung eines eben gebauten Kokons nicht um. Die Trochosen mit frisch gebauten Kokons stellten sich auf 14 Tage bzw. 28 Tage alte Kokons ebenfalls nicht um. Allerdings öffneten alle Trochosa - ♀♀ die in der Entwicklung zurückliegenden Austauschkokons zum Öffnungszeitpunkt der eigenen Kokons, während P.piraticus - ♀♀ oft noch ca. 5 Tage warteten.

Daß die Kokonöffnung bei den P.piraticus - ♀♀ durch die Bewegungsreize der sich entwickelnden Jungen beeinflußt wird, zeigte ganz eindeutig die folgende Versuchsreihe. ♀♀, deren Jungen bereits alle aufgestiegen waren, die aber noch die leere Kokonhülle an den Spinnwarzen angeheftet trugen, bot ich einen neuen Kokon an (Tab. 41). Von 11 Versuchstieren legten nur 2 ♀♀ nach 1 Stunde bzw. 1 Tag den Kokon wieder ab. Keines öffnete den Kokon sogleich, obwohl sie der Entwicklung der eigenen Kokons entsprechend bei der Phase des Kokonöffnens standen. 9 ♀♀ öffneten die Kokons der Entwicklung der Jungen entsprechend, obwohl sie diese durchschnittlich noch 8 Tage tragen mußten. In 2 Fällen dauerte die Entwicklung sogar noch 14 Tage bzw. 20 Tage. Der auslösende Reiz für die Kokonöffnung konnte in diesen Versuchen nur von den Kokons selbst kommen.

Die Bewegungsreize der sich entwickelnden Jungen suchte ich künstlich nachzuahmen. Durch den wechselnden Auf- und Abbau von magnetischen Feldern versetzte ich wie ENGELHARDT (1964) mit Eisenpulver oder Eisenspänen versehene Kokons in Vibrationen. Ich arbeitete im Bereich von 2 - 100 hz mit 200 - 400 mA und 30 V mit Hilfe eines Schwebungssummers. Kokons, die mit Eisenpulver gefüllt waren, zeigten durch das folgende häufige Bearbeiten der ♀♀ mit den Chelizeren bald viele Roststellen. Die ♀♀ öffneten jedoch nie vollständig. Das Eisenpulver verband sich sehr fest mit der Kokonhülle. Das war vielleicht für das Öffnen hinderlich. Anderen Kokons klebte ich außen nur einzelne Eisenspäne auf. Auch diese Kokons öffneten die ♀♀ trotz starker Vibrationsreize nicht. Die sicherlich komplexen Bewegungsreize der PE ließen sich offenbar so nicht imitieren. Um festzustellen, in welchem Frequenzbereich die Bewegungen der 2. PE liegen und mit welcher Intensität sie ausgeführt werden, setzte ich 2. PE auf die Membran eines hochempfindlichen Mikrophons. Die gut sichtbaren Bewegungen der Jungen waren jedoch

auch bei vollständiger Aussteuerung nicht akustisch wahrzunehmen.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Bereitschaft zur Lockerung und Öffnung der Kokons durch eine endogene Rhythmik der ♀♀ bedingt ist. Die Lockerung und Öffnung der Kokons wird jedoch durch den Entwicklungszustand der Jungen gesteuert. Die Entwicklung im Kokon kontrollieren die ♀♀ bereits vor dem Auftreten der ersten frei beweglichen Entwicklungsstadien. Im letzten Drittel der Zeitspanne des Kokontragens wird das Verhalten der ♀♀ ihren Kokons gegenüber durch die Bewegungsreize der sich entwickelnden Jungen beeinflußt. Deshalb öffnen die ♀♀ Kokons ihrem Entwicklungszustand gerecht, wenn diese gegenüber der Entwicklung im eigenen Kokon nicht mehr als bis zu 8 Tage vorauseilen oder zurückliegen. Differiert ein angenommener fremder Kokon in seiner Entwicklung vom Kokon der ♀♀ stärker, so folgen die ♀♀ ihrer endogenen Rhythmik. Kokons mit totem Inhalt tragen sie durchschnittlich nur 6 Tage.

VI. Ablegen der leeren Kokonhülle

Die Lycosiden - ♀♀ tragen den geöffneten Kokon so lange an den Spinnwarzen, bis alle Junge aufgestiegen sind. Für das Ablegen der leeren Kokonhülle konnte der Gewichtsunterschied zwischen Kokon und Kokonhülle ebenso wie der Krabbelreiz der aufsteigenden und auf den ♀♀ aufsitzenden Jungen verantwortlich sein. ENGELHARDT (1964) fand bei der Gattung Trochosa heraus, daß der Krabbelreiz der aufgestiegenen Jungen der Auslöser für die Ablage der leeren Kokonhülle ist. Bei Pardosa amentata erhielt ich ähnliche Ergebnisse. In 3 Versuchen legten die ♀♀ die Kokons spätestens nach 4 Tagen ab, wenn ich frisch aufgestiegene Junge (ca. 70) eines P.piraticus - ♀ auf ihre Abdomina aufsteigen ließ. ENGELHARDT (1964) stellte fest, daß die ♀♀ der Gattung Trochosa die Kokons nach ca. 12 Std. ablegen, sobald mehr als 10 Junge aufgestiegen sind.

Die P.piraticus - ♀♀ tragen die leere Kokonhülle auch nach dem Aufsteigen aller Jungen noch 1 - 2 1/2 Std. an den Spinnwarzen. Um zu prüfen, ob auch bei P.piraticus der Krabbelreiz der aufsteigenden und aufsitzenden Jungen für die Kokonablage der ♀♀ verantwortlich ist, ließ ich in einer Versuchsreihe auf kokontragende ♀♀ ca. 70 Junge (Mittelwert aus 29 Versuchen) aufsteigen. In 18 Versuchen legte kein einziges ♀ seinen Kokon innerhalb der nächsten 3 Tage ab (Tab. 42). Vielmehr trugen ihn 16 ♀♀ bis zum Schlüpfen der Jungen (4 - 29 Tage). Als Durchschnittswert ergab sich eine Zeitspanne von 14 Tagen vom Versuchsbeginn bis zum Schlüpfen der eigenen Jungen. In diesem Zeitraum saßen durchschnittlich 10 Tage etwa 70 Junge auf den ♀♀. Obwohl so viele Junge aufgestiegen waren, öffneten die ♀♀ ihre Kokons im richtigen Zeitpunkt. Nur eines legte seinen Kokon nach 14 Tagen ab. Während dieses Zeitraums saßen etwa 100 Junge auf dem ♀. Ein anderes ♀ fraß nach 24 Tagen seinen Kokon auf. In den 24 Tagen saßen auf dem ♀ bis zu 80 Junge. Die Zahl der jeweils aufgestiegenen Jungen sorgte bestimmt für einen ausreichenden Krabbelreiz. Bei den kokontragenden P.piraticus - ♀♀ wirkten die aufgestiegenen Jungen jedoch nicht als Auslöser für das Ablegen des Kokons. Auf der Suche nach anderen Ursachen prüfte ich in einer weiteren Versuchsreihe, ob die ♀♀ den Kokon noch annahmen, wenn die Jungen auch die Gegend der Spinnwarzen besetzt hatten (Tab. 43). Dazu nahm ich 6 P.piraticus - ♀♀ den Koken ab und ließ auf sie so viele Junge aufsteigen, bis sie über und über besetzt waren. Nach 10 bis 60 Min. gab ich ihnen ihren Kokon wieder. Bis auf ein ♀ hefteten sie den Kokon trotz der vielen aufgestiegenen Jungen wieder an den Spinnwarzen an. Dazu mußten die ♀♀ durch Heranschieben des Kokons und durch Spinnwarzenbewegungen die Jungen erst etwas zur Seite drängen.

Es bestand noch die Möglichkeit, daß die ♀♀ für den Reiz der aufgestiegenen Jungen nur in einer bestimmten Phase der Entwicklung empfindlich sind. Diese

Phase könnte durch innersekretorische Vorgänge bestimmt werden, die ihrerseits durch die Entwicklung der Eierstöcke reguliert werden. Um diese Frage zu prüfen, legte ich ♀♀, deren Junge bereits aufgestiegen waren, die aber noch die Kokonhülle an den Spinnwarzen angeheftet trugen, einen neuen Kokon vor. Haben die ♀♀ die Kokonhülle einmal abgelegt, nehmen sie keinen Kokon mehr an. Bei diesen ♀♀ war jedoch der Trieb, etwas an den Spinnwarzen angeheftet zu tragen, noch nicht erloschen. Sie zeigten für einen neuen Kokon wenig Interesse, selbst wenn ich ihnen diesen zwischen die Vorderbeine legte. Die ♀♀ nahmen den Kokon dagegen sofort an, wenn ich ihnen die noch an den Spinnwarzen angeheftete leere Kokonhülle mit einer Pinzette entfernte. In 12 Versuchen (Tab. 44) hefteten alle ♀♀ den neuen Kokon an ihren Spinnwarzen an. Nur 2 ♀♀ legten dem fremden Kokon nach 1 Std. bzw. nach 1 Tg. ab. Die anderen ♀♀ trugen den neuen Kokon trotz der aufgestiegenen eigenen Jungen so lange, bis die Jungen des fremden Kokons schlüpfreif waren. In einem Fall mußte ich allerdings nach 7 Tg. meine Beobachtungen unterbrechen. Die restlichen 9 ♀♀ beobachtete ich bis zum Aufsteigen der neuen Jungen. Sie öffneten nach durchschnittlich 8 Tg. die fremden Kokons, wie in der vorangegangenen Versuchsreihe die eigenen Kokons, trotz der aufgestiegenen Jungen im richtigen Zeitpunkt, so daß die Jungen wiederum aufsteigen konnten. Das Verhalten der ♀♀ den fremden Kokons gegenüber zeigt, daß sie die Entwicklung der jungen Spinnen im Kokon wahrnehmen. Da die Erschütterungen durch die aufsitzenden Jungen die ♀♀ nicht stören, kontrollieren sie die Entwicklung im Kokon wahrscheinlich beim Lockern des Kokons mit den Chelizeren und den Palpen (vgl. S. 69). Bei 4 P.piraticus - ♀♀ versuchte ich, ihnen nach der Öffnung des 1. fremden P.piraticus - Kokons einen weiteren P.piraticus - Kokon zu geben. Diesen 2. Fremdkokon nahmen jedoch nur 2 ♀♀ an, und von diesen legte ihn eines nach einem Tag ab. Das andere ♀ legte den 2. Fremdkokon nach 6 Tagen ab und baute einen eigenen Kokon. Der eigene

Kokon fiel jedoch sehr klein aus, und das ♀ nahm den fremden Kokon wieder auf. Am nächsten Tag öffnete es den fremden P.piraticus - Kokon zum richtigen Zeitpunkt, und die Jungen stiegen auf. Die Versuche zeigen, daß der Trieb, etwas an den Spinnwarzen angeheftet zu tragen, nicht allein von innersekretorischen Bedingungen abhängig ist.

Da die Erschütterungsreize der aufsitzenden Jungen bei den P.piraticus - ♀♀ nicht die Kokonablage auslösen, konnten nur der große Gewichtsunterschied zwischen dem Kokon (27 mg) und der leeren Kokonhülle (0,5 mg) für das Ablegen der leeren Hülle verantwortlich sein. Leere Kokonhüllen legen die ♀♀ ebenso wie die Kokonreste von ca. 2 mg Gewicht ab (vgl. S.45). Dabei spielen jedoch auch innersekretorische Verhältnisse mit, die stark temperaturabhängig sind. Bei 8° C trugen 4 ♀♀ die leere Kokonhülle 2 Tage lang angeheftet und 2 ♀♀ sogar 5 Tage lang.

VII. Aufsteigen und Aufenthalt der Jungen auf dem Abdomen der ♀♀

Die jungen Lycosiden besteigen nach der letzten Postembryonalhäutung die Abdomen der ♀♀ und lassen sich noch ca. 1 Woche umhertragen (vgl. S. 22). Dabei sitzen sie in einer regelmäßigen Anordnung auf den Abdomen der ♀♀.

Nach MEYER (1928) steigen auch die Jungen von Atypus piceus (Atypidae) auf den Rücken ihrer Muter auf. JAMBUNATHAN (1905) berichtet von der in sozialen Verbänden lebenden Spinne Stegodyphus sarsinorum KARSCH Südindiens, daß die Jungen sich teilweise nach Lycosidenart auf den Rücken der ♀♀ setzen. Bis zur 2. oder 3. Häutung nehmen die Jungen nicht an der Nahrung teil. Ob die Jungen während der ganzen Zeitspanne auf dem Abdomen der ♀♀ sitzen, ist aus den Angaben nicht mit Si-

cherheit zu entnehmen. Dies wäre interessant, da MENGE (1843) und WAGNER (1888) auch bei Lycosidenjungen von Häutungen auf dem Abdomen der ♀♀ berichteten. MELCHERS (1963) berichtet über die Jungen von Cupiennius salei, daß sie die letzte Postembryonalhäutung teils innerhalb, teils außerhalb des Kokons und teilweise auf den ♀♀ durchführen. Nach TRETZEL (1961 b. S. 485) krabbeln auch Coelotes-Junge in bestimmten Situationen auf die Mutter. Beim Aufsitzen der Jungen auf dem Abdomen der ♀♀ handelt es sich offenbar um eine Parallelentwicklung in verschiedenen Spinnenfamilien. Das Umhertragen der Jungen kennen wir innerhalb der Arachnida weiterhin bei den Scorpionen.

Während alle übrigen Lycosiden den Kokon erst nach der letzten Postembryonalhäutung verlassen, öffnen die P.piraticus - ♀♀ den Kokon so frühzeitig, daß die Jungen die letzte Postembryonalhäutung außerhalb des Kokons durchführen (vgl. S. 71). Die Zeitspanne von der Kokonöffnung bis zum Aufsteigen aller Jungen ist daher bei P.piraticus groß. Erst etwa 30 Min. nach der Kokonöffnung steigen die ersten frisch gehäuteten Jungen auf. Die P.piraticus - ♂♂ Jungen besetzen zunächst die Seiten der ♀♀ - Abdomen. Nach 60 - 80 Min. sind die Abdomina der ♀♀ bereits über und über dicht mit Jungen besetzt. Erst 2 Std. und 30 Min. nach der Kokonöffnung sind dann fast alle Junge aufgestiegen. Die leere Kokonhülle legen die ♀♀ meist 4 Std. nach der Kokonöffnung ab, also etwa 1 Std. und 30 Min., nachdem alle Jungen aufgestiegen sind (vgl. S. 83).

Pardosa amentata trägt wie P.piraticus den Kokon, während die Jungen aufsteigen, an den Spinnwarzen angeheftet. ENGELHARDT (1964) berichtet von der Gattung Trochosa das gleiche. Bei Pardosa amentata besteigen die meisten Jungen die ♀♀ direkt vom Kokon aus über das Abdomen. Viele Jungen steigen auch über die Hinterbeine auf. Nur wenige Junge gelangen mit dem Boden in Berührung und steigen über das 3. oder 2. Beinpaar auf. Bei

Pardosa amentata beobachtete ich immer wieder, daß einzelne Junge, die nicht sofort über den Kokon auf das Abdomen der ♀♀ aufstiegen, sich gleich nach dem Schlüpfen aus dem Kokon selbständig machten. Nach der Berührung eines Grashalms stiegen die Jungen auf diesen auf.

Im Gegensatz zu den stark vaganten Formen der Gattung Pardosa sitzen auf den ♀♀ der Gattung Pirata und Trochosa viel mehr Junge auf. Teilweise sitzen die Jungen übereinander. Das hat seinen Grund vor allem in der größeren Nachkommenzahl der weniger vaganten Formen. Außerdem steigen nach meinen Beobachtungen bei P.piraticus alle frisch gehäuteten Jungen auf. Die P.piraticus - ♀♀ bauen, bevor sie den Kokon öffnen, ein kleines kugelförmiges Gespinst zwischen Pflanzenteilen ähnlich wie zum Kokonbau. Hier öffnen die ♀♀ den Kokon, ohne ihn von den Spinnwarzen zu entfernen. Die meisten Jungen fallen aus dem deckelförmig geöffneten Kokon, häuten sich zum 3. PE außerhalb des Kokons und besteigen dann das Abdomen des ♀. Das kugelförmige Gespinst sorgt für den ungestörten Ablauf des Vorgangs. Zudem werden die Jungen zwangsläufig in der Nähe des ♀ zusammengehalten.

Beobachtete ich die frisch gehäuteten Jungen näher, so stellte ich fest, daß sie beim Laufen die Vorderbeine stark hochhoben. Die Beine hielten sie dabei schräg nach oben ausgestreckt. Die Bewegungen erinnerten an entsprechende Bewegungen der ♀♀ bei der Suche nach einem verloren gegangenen Kokon.

Es war weiter zu fragen, ob die Jungen ein ♀ der betreffenden Art erkennen und umgekehrt. Nach meinen Versuchen kam ich wie MEYER (1929) und ENGELHARDT (1964) zu dem Ergebnis, daß die P.piraticus - Jungen wie die anderer Lycosiden nicht in der Lage sind, ♀♀ der betreffenden Art zu erkennen. Ebenso erkennen die ♀♀ ihre Jungen nicht. So stiegen die P.piraticus - Jungen auf Pardosa amentata - ♀♀ und auf ♀♀ der Gattungen Trochosa und Tarentula auf.

Ebenso ließen die P.piraticus - ♀♀ junge Trochosen, Taranteln und Pardosen aufsteigen. Selbst gegen junge Epeiriden, die ich auf das Abdomen abseilen ließ, wehrten sich die P.piraticus - ♀♀ nicht. Die jungen Epeiriden blieben aber höchstens minutenlang auf den Abdomina der P.piraticus - ♀♀ sitzen. Diese Beobachtungen sprechen gegen eine Bedeutung des chemischen Reizes für das Aufsteigen der Jungen. Sie schließen ihn jedoch nicht aus. Die Versuche zeigen mit Sicherheit nur, daß ein vorhandener chemischer Reiz für das Aufsteigen der Jungen gegenüber anderen Faktoren eine untergeordnete Rolle spielt (vgl. S.96).

Als Zeitspanne für den Aufenthalt der Jungen auf den Abdomina der ♀♀ erhielt ich aus 8 Versuchen bei Zimmertemperatur für P.piraticus einen Wert von 6 - 7 Tagen. Die Zeitdauer des Aufsitzens ist wie die Entwicklung im Kokon stark temperaturabhängig. Für die Entwicklung im Kokon hat dies bereits HOLM(1940) nachgewiesen. Aus 9 Versuchen bei 15° C ermittelte ich für das Aufsitzen von P.piraticus - Jungen eine durchschnittliche Zeitspanne von 16 Tagen (Tab. 46) und aus 10 Versuchen bei 8° C von 27 Tagen (Tab. 45). Nach der angegebenen Zeit waren jeweils alle Jungen abgestiegen. Die Mehrzahl der Jungen stieg etwas früher ab. Zu diesem Zeitpunkt bemerkte ich eine Unruhe unter den aufsitzenden Jungen. Durch die Bewegungen löste sich der feste Verband, und die Jungen stiegen in Trauben ab. Nur wenige blieben weiterhin auf den ♀♀ sitzen. Bei 15° C stiegen die meisten Jungen nach ca. 10 Tagen und bei 8° C nach ca. 16 Tagen ab. Die Versuche sprachen dafür, daß die Jungen so lange auf dem Abdomen der ♀♀ sitzen bleiben, bis sie eine gewisse Entwicklung abgeschlossen haben.

Die P.piraticus - Jungen häuten sich während ihres Aufenthalts auf dem ♀ - Abdomen nicht. Diesbezügliche Beobachtungen von MENGE (1843) und WAGNER (1888) wurden von keinem Arachnologen mehr bestätigt. Die beginnende

Ausfärbung der frisch aufgestiegenen P.piraticus - Jungen zeigt aber an, daß ihr Chitin erhärtet. Das ♀ - Abdomen mit frisch aufgestiegenen Jungen sieht ganz weiß aus. Nach 24 Std. zeigt es bereits einen Grauton. Die Entwicklungsdauer der Lycosiden im Kokon ist aber gegenüber anderen Spinnenfamilien nicht kurz (vgl. HOLM 1940).

Im Gegensatz zu MENGE (1843), WAGNER (1894) und KESSLER (1894) stellten bereits MONTGOMERY (1903), NIELSEN (1932) und HOLM (1940) fest, daß die Lycosiden - Jungen während ihres Aufenthalts auf dem ♀ - Abdomen keinerlei Nahrung zu sich nehmen. Die ♀♀ füttern die Jungen weder aktiv aus dem Mund, wie wir das von einigen Theridiiden kennen, noch nehmen die Jungen passiv an der Beute der ♀♀ teil, wie es auch bei Theridiiden vorkommt, und wie es TRETZEL (1961 b) für Coelotes terrestris nachgewiesen hat. WAGNER (1888) und HOLM (1940) glaubten, daß die Lycosiden - Jungen bereits im Kokon unentwickelte Eier verzehren. Die aufsitzenden Lycosiden - Jungen zehren jedoch nur von ihren Dottervorräten. Wahrscheinlich ist auch die Fanghandlung noch nicht ausgeprägt. So tritt vor dem Absteigen vom ♀ - Abdomen keinerlei Kannibalismus auf. Die Jungen zeigen die Fanghandlung erst ca. 3 Tage, nachdem sie das ♀ - Abdomen verlassen haben.

Die jungen Lycosiden sitzen in regelmäßiger Anordnung und im engen Verband so auf den Abdomina der ♀♀, daß ihre Abdomina steil nach außen zeigen und ihre Köpfe zum Haarkleid der ♀♀ gerichtet sind. Auf diese Weise erhalten viele Junge Platz und bleiben in direkter Berührung mit den ♀♀. Erst bei Platzmangel sitzen die P.piraticus - Jungen in einer 2. Schicht auf ihren Geschwistern. Trotz dieser schrägen Anordnung halten sich die Jungen nach meinen Beobachtungen nur mit den Beinen im Haarpelz der ♀♀ fest. Die Beobachtung von WAGNER (1894), daß sich die Jungen mit Spinnfäden zwischen den Haaren der Mutter befestigen, trifft nicht zu.

Zu der charakteristischen Anordnung der Jungen kommt es dadurch, daß sich die aufsteigenden Jungen zwischen schon aufsitzende hineindrängen, und diese sogar Platz machen. Die streng regelmäßige Anordnung bildet sich erst Minuten nach dem Aufsteigen aller Jungen aus. Die Jungen suchen anscheinend in möglichst engen Kontakt zu kommen und wenn möglich das Haarkleid des ♀ zu erreichen. Hatte ich ein Junges durch kräftiges Bestreichen seines Abdomens mit einem feinen Pinsel aus dem Verband gelöst, so erhielt es wieder einen Platz, wenn es die Abdomina seiner Nachbarn mit den Palpen und dem ersten Beinpaar bestrich. Die so behandelten Jungen wichen etwas zur Seite, so daß das Junge einen Platz erhielt, an dem es mit dem Kopf voran einschlüpfen konnte. Ähnliches stellte TRETZEL (1961 b) in ganz anderem Zusammenhang für die Jungen von Coelotes terrestris fest. Dort schaffen sich die Jungen durch Vorderbeinschlagen an der Beute Platz.

Um festzustellen, wie stark der Trieb auf die ♀♀ aufzusteigen ist und wie er mit zunehmendem Alter der Jungen abnimmt, schüttelte ich von mehreren ♀♀ täglich die Jungen ab. Die ♀♀ hielt ich in Fanggläsern, so daß sich die Jungen nicht zu sehr zerstreuen konnten. Aus der Zahl der wieder aufgestiegenen Jungen schloß ich auf die Stärke des Triebes. Stiegen viele Jungen nicht mehr auf, gab ich die ♀♀ mit den aufgestiegenen Jungen in neue Fanggläser, um übersichtliche Verhältnisse zu erhalten. Auf 9 ♀♀ waren nach dem 1. Abschütteln von einen Tag aufgesessenen Jungen durchschnittlich 14,5 % der Jungen nicht mehr aufgestiegen (Tab. 47). Nach abermaligem Abschütteln der wieder aufgestiegenen Jungen stiegen am zweiten Tag durchschnittlich 42,9 % der Jungen und am dritten Tag durchschnittlich 63,3 % aller Jungen nicht mehr auf. Das letzte Junge der 9 ♀♀ stieg erst nach 6-maligem Abschütteln nach 150 Std. nicht mehr auf. Die Masse der Jungen war jedoch bereits nach drei Tagen nicht mehr aufgestiegen. Unter natürlichen Bedingungen stiegen dagegen die meisten Jungen erst

nach 4 - 5 Tagen ab.

Vergleicht man die Verhältnisse ca. 50 Std. nach dem Aufsteigen der Jugen, so zeigt sich, daß zu diesem Zeitpunkt nach dem Abschütteln ca. 47 % der Jungen nicht mehr auf die ♀♀ aufstiegen, dagegen stiegen von selbst erst etwa 6,5 % von den ♀♀ ab(Tab. 50 und 51).

VIII. Analyse der Faktoren, die die Jungen veranlassen, auf die ♀♀ aufzusteigen

Als Auslöser kommen optische und chemische Reize sowie Tastreize und Bewegungen der ♀♀ infrage.

1. Bewegungen der ♀♀

Nach MEYER (1928) steigen die Lycosiden - Jungen von den getöteten ♀♀ bis zum anderen Tag ab. Er gibt aber nicht an, ob die Jungen schon längere Zeit auf den Abdomina der ♀♀ gesessen waren oder nicht. MEYER glaubt, daß die fehlenden Erschütterungsreize, die die lebenden ♀♀ gegeben hätten, die jungen Spinnen dazu veranlassen, die ♀♀ zu verlassen. ENGELHARDT (1964) stellt dagegen fest, daß die Jungen der Gattung Trochosa auch auf toten ♀♀ sitzen bleiben und sogar auf diese aufsteigen. Diese Frage untersuchte ich bei P.piraticus. Zu allen Versuchen verwandte ich P.piraticus - Junge, die kurz vorher auf die ♀♀ aufgestiegen waren.

Zunächst versuchte ich herauszufinden, ob Vibrationsreize sich auf die Aufenthaltsdauer auswirken. Dazu fertigte ich mir eine endlose Tonbandschleife an, die an einigen Stellen mit komplexen und unregelmäßigen Schwingungen besprochen war. Diese Tonbandschleife spielte ich mit einem Tonbandgerät ständig ab (von wenigen Pausen zum Abkühlen des Apparates abgesehen). Auf der Membran des Lautsprechers griff ich mit einer Nadel die Vibrationen ab. Den Lautsprecher steuerte ich nur so weit aus, daß man die Schwingungen an der Nadelspitze mit den Fingerspitzen gerade noch wahrnahm.

Auf der Nadel befestigte ich ein abgetötetes P.piraticus - ♀ mit frisch aufgestiegenen Jungen auf dem Abdomen. Die ♀♀ tötete ich durch Zerdrücken des Cephalothorax. Dabei achtete ich darauf, daß die aufsitzenden Jungen nicht gestört wurden. In 4 Versuchen stiegen die Jungen 3-mal nach 10 Std. und 1-mal nach 11 Std. alle ab. Für das vorzeitige Absteigen der Jungen konnte der große Turgeszensverlust und die damit verbundene Verformung des ♀ - Abdomens verantwortlich sein, oder die Vibrationsreize waren zu fremdartig.

Die Abdomenschrumpfung suchte ich dadurch zu beseitigen, daß ich den getöteten ♀♀ eine mit Wasser gefüllte Spritze einführte. Durch Gummizug hielt ich die Spritze dauernd unter Druck, so daß verdunstete Körperflüssigkeit laufend ergänzt wurde. Mit dieser Versuchsanordnung erhielt ich aber keine befriedigenden Ergebnisse. Einmal verstopfte die Injektionsnadel leicht, zum anderen platzten bei stärkerem Druck die ♀♀ nach einigen Stunden, sobald die Elastizität der Körperhaut nachließ.

Daher erhöhte ich in der nächsten Versuchsreihe die Feuchtigkeit der umgebenden Luft. Dazu umgab ich die aufgespießte Spinne mit einem Filtrierpapierkegel, der unten in eine Wasserrinne eintauchte und somit stundenlang feucht gehalten wurde. Begann er trocken zu werden, füllte ich in der Wasserrinne wieder Wasser nach. Bei gleichbleibenden Erschütterungsreizen blieben die P.piraticus - Jungen bei erhöhter Luftfeuchtigkeit 90 Std., 11o Std. und 130 Std. sitzen. Mit diesen Zeiten war die Aufenthaltsdauer der P.piraticus - Jungen unter natürlichen Bedingungen erreicht (75 Std., 120 Std., 130 Std., 135 Std., 160 Std., 170 Std. und 195 Std.). Bei Kontrollversuchen ohne erhöhte Luftfeuchtigkeit und ohne Vibrationen blieben die P.piraticus-Jungen wie bei den Vibrationsversuchen ohne erhöhte

Luftfeuchtigkeit nur 9 Std., 2-mal 10 Std., 11 Std., 12 Std. und 16 Std. sitzen. Das entspricht etwa den Zeiten, die MEYER (1928) für das Aufsitzen der Lycosidenjungen auf toten ♀♀ angab. Daher nehme ich an, daß er seine Versuche bei Zimmerluft ohne erhöhte Luftfeuchtigkeit durchgeführt hat. Zeigten die bisherigen Versuche nur die große Bedeutung einer ausreichenden Luftfeuchtigkeit für die P.piraticus - Jungen, so mußte eine Versuchsreihe mit genügend grosser Luftfeuchtigkeit und ohne Vibrationsreize darüber Aufschluß geben, ob den Erschütterungsreizen eine Bedeutung zukommt. Die abgetöteten P.piraticus - ♀♀ stachen ich mit Nadeln auf Korkunterlagen und umgab sie mit feuchten Filtrierpapierhüllen. In diesen Versuchen blieben die P.piraticus - Jungen wieder 80 Std., 100 Std., 3-mal 110 Std., 125 Std., 149 Std., 3-mal 150 Std., 170 Std. und 210 Std. auf den Abdomen der ♀♀ sitzen.

Zu den gleichen Ergebnissen kam ich bei Versuchen mit P.piraticus - ♀♀ mit Jungen in feuchten Kammern. Die Kammern legte ich mit feuchtem Filtrierpapier aus. Damit erhielt ich eine relative Luftfeuchtigkeit von 100 %. In 3 Versuchen blieben die Jungen wieder 130 Std., 150 Std. und 170 Std. auf den Abdomen sitzen. In geschlossenen Kammern mit Zimmerluft stiegen die Jungen dagegen nach 10 Std., 2-mal 15 Std., 2o Std. und 24 Std. alle ab.

Für verschiedene Pardosen erhielt ich für das Aufsitzen der Jungen auf toten ♀♀ bei genügend hoher Luftfeuchtigkeit entsprechende Werte (Pardosa monticola 125 Std., Pardosa amentata 65 Std., 70 Std. und 2-mal 85 Std., Pardosa pullata 95 Std. und 130 Std., Pardosa lugubris 75 Std. und 130 Std.).

In 5 Versuchen tötete ich die P.piraticus - ♀♀ ab, nachdem sie den Kokon gerade geöffnet hatten und die

ersten Jungen sich außerhalb des Kokons zu häuten begannen. Die getöteten ♀♀ spießte ich mit einer Nadel auf ein Korkstück und legte den Kokon, wenn er sich beim Töten der ♀♀ von den Spinnwarzen gelöst hatte, dicht hinter die Abdomen der Spinnen. Das Korkstück grub ich bis zum Rand in feuchten Sand. Dadurch war für die jungen geschlüpften Spinnen einerseits die notwendige Luftfeuchtigkeit gegeben, andererseits hatten sie die Möglichkeit, sich zu zerstreuen. Um natürliche Bedingungen zu schaffen, steckte ich zusätzlich Schilfstengel in den Sand. In allen 3 Versuchen stiegen sämtliche Jungen nach ihrer letzten Postembryonalhäutung auf die ♀♀ - Abdomen auf und ordneten sich in charakteristischer Weise an. In weiteren Versuchen (ca. 10) stellte ich fest, daß sowohl eben auf die ♀♀ aufgestiegene Junge als auch solche, die bereits einen Tag auf den ♀♀ aufgesessen waren, auf tote P.piraticus - ♀♀ aufstiegen, wenn ich sie von ihren ♀♀ abschüttelte und zu toten ♀♀ gab.

Aus den Versuchen wird deutlich, daß die Bewegungen der ♀♀ für das Aufsteigen, wie für die Dauer des Aufsitzens der Jungen auf den Abdomen der P.piraticus - ♀♀ keine Rolle spielen.

2. Optische Reize

Nach HOMANN (1931) sind die Lycosiden nur befähigt Bewegungen zu sehen und keine Formen. Da die P.piraticus - Jungen auch auf tote ♀♀ aufsteigen, kommen als ausschlaggebende Schlüsselreize keine Bewegungen infrage.

Trotzdem untersuchte ich noch, ob nicht vielleicht doch die Form des ♀ - Abdomens eine Rolle spielt. Dazu setzte ich in ein Fangglas zu einem P.piraticus-♀ mit frisch aufgestiegenen Jungen ein totes, vollkommen ausgetrocknetes, adultes P.piraticus - ♀. Aufgrund des großen Feuchtigkeitsverlustes war das Abdomen dieses ♀

stark deformiert. Dann schüttelte ich die frisch aufgestiegenen Jungen so vom Abdomen des ♀, daß sich das ♀ an einem Ende des Fangglases befand, während die Jungen mit der toten Spinne am anderen Ende lagen. Die Jungen bällten sich sofort um das tote P.piraticus - ♀, wobei dessen Beine zunächst mit in die Ballung einbezogen wurden. Das Fangglas legte ich dann waagrecht, so daß das ♀ zu seinen Jungen und diese zu ihrer Mutter gelangen konnten. Einige Junge stiegen auch bald wieder auf die Mutter auf. Am nächsten Tag war die Mutter von vielen Jungen wieder bestiegen worden. Auf dem toten ♀ saßen aber ebenso viele Junge auf. Hinzu kam, daß sich die Jungen auf dem toten ♀ in Reihen auf dem Abdomen angeordnet hatten, wie auf einem lebendem ♀. Die Beine der toten Spinne waren nicht mehr von Jungen besetzt. Es waren also nur die Jungen auf ihre Mutter wieder aufgestiegen, die auf dem eingeschrumpften Abdomen des toten ♀ keinen ausreichenden Platz gefunden hatten. 4 weitere Versuche zeigten das gleiche Ergebnis. Die Form des ♀ - Abdomens kann daher für das Aufsteigen und Aufsitzen der Jungen nicht von Bedeutung sein.

Junge Spinnen zeigen oft eine ausgeprägte Phototaxis. Deshalb suchte ich, ob ich durch unterschiedliche Lichtverhältnisse die Jungen zum Verlassen der ♀♀ - Abdomen veranlassen konnte. Da bei den Versuchen zur Ausschaltung des Erschütterungsreizes innerhalb der feuchten Filtrierpapierkegel nur gedämpftes Licht herrschte, konnten die Versuchsergebnisse durch den Lichtfaktor beeinflußt worden sein. In einer neuen Versuchsserie stellte ich deshalb die toten P.piraticus - ♀♀ mit ihren frisch aufgestiegenen Jungen samt den feuchten Filtrierpapierkegeln unter einen Karton. Jeden Tag kontrollierte ich einmal. In der Dunkelheit blieben die Jungen 105 Std., 130 Std. und 135 Std. auf den ♀♀ sitzen. Sodann schnitt ich in den feuchten Filtrierpapierkegel ein breites, rechteckiges Fenster. Das Fenster überklebte ich mit einer durchsichtigen Plastikfolie. So änderte sich

die Luftfeuchtigkeit nicht. Andererseits konnte ich durch das Fenster eine Dauerbelichtung durchführen. Die Lichtquelle (Schreibtischlampe) stellte ich so weit entfernt, daß die dabei auftretende Wärmeentwicklung sich auf die relative Luftfeuchtigkeit und die Entwicklungsgeschwindigkeit der Jungen nicht auswirken konnte. Bei dieser Versuchsanordnung blieben die Jungen 97 Std., 105 Std., 145 Std. und 2-mal 150 Std. auf den ♀♀ sitzen.

Durch diese Versuchsreihen kam ich zu dem Ergebnis, daß die optischen Reize für das Aufsitzen der Jungen keine Rolle spielen.

3. Chemische Reize

ENGELHARDT (1964) stellte in vielen Versuchen mit verschiedenen Duftstoffen bei der Gattung Trochosa fest, daß chemischen Reizen für das Aufsteigen der Jungen keine Bedeutung zukommt. Beobachtet man aber das Verhalten der P.piraticus - Jungen vor dem Aufsteigen, insbesondere das beschriebene Vorderbeinheben (vgl.S.87), neigt man zu der Annahme, daß chemische Reize eine Rolle spielen. Dagegen spricht, daß die P.piraticus - Jungen auch auf Lycosiden - ♀♀ anderer Gattungen aufsteigen. Außerdem störte die aufsitzenden Jungen bei den Versuchen mit den toten ♀♀ bei erhöhter Luftfeuchtigkeit der starke Verwesungsgeruch der ♀♀ nicht.

Einen positiven Geruchsnachweis für das Erkennen der Mutter durch die Jungen konnte ich für P.piraticus nicht erbringen. In einer Reihe von Versuchen zerquetschte ich die ♀♀ auf feuchtem Filtrierpapier, entfernte die Reste und gab die vorher abgeschüttelten Jungen in einem Petrischälchen dazu. Eine Reizwirkung der Filtrierpapierstelle, auf der ich die ♀♀ zerquetscht hatte, auf die Jungen stellte ich nicht fest. Da die Jungen erst einen Tag aufgestiegen waren, besaß diese Stelle für sie keinen Futterreiz; denn die Jungen

nehmen erst Nahrung zu sich, wenn sie bereits abgestiegen sind (vgl. S. 89). Bei diesen Versuchen mit zerquetschten Spinnen konnten allerdings andere Düfte dominieren als bei lebenden ♀♀. In einer weiteren Versuchsreihe rieb ich daher das unverletzte Abdomen von mechanisch abgetöteten P.piraticus - ♀♀ auf einer markierten Filtrierpapierstelle. Das befeuchtete Filtrierpapier legte ich in eine Petrischale und gab die vorher abgeschüttelten P.piraticus - Jungen darauf, die erst einen Tag aufgestiegen waren. Auch bei diesen Versuchen stellte ich keinerlei Ansammlung der Jungen auf den markierten Punkten fest.

Daß Spinnen Düfte wahrnehmen, haben bereits die PECKHAMS (1887) nachgewiesen. Die P.piraticus - Jungen reagieren auch stark auf Düfte, wie die folgenden Versuche zeigten. Zu diesen Versuchen verwandte ich Buttersäure, Kölnisch Wasser und Pfefferminzöl. Die phobische Reaktion der P.piraticus - Jungen nahm von der Buttersäure über Kölnisch Wasser zu Pfefferminzöl hin zu. In einer Versuchsreihe näherte ich den auf den ♀♀ - Abdomen aufsitzenden P.piraticus - Jungen in einem Fangglas einen mit dem jeweiligen Duftstoff getränkten Pinsel von oben. Den Pinsel näherte ich, soweit es ging, ohne die Jungen zu berühren. Zu allen Versuchen benutzte ich nur ♀♀, deren Junge erst aufgestiegen waren. In 12 Versuchen mit Buttersäure stiegen 7-mal einige Junge (1 - 10) und 3-mal viele (10 - 20) ab. Nur in 2 Versuchen blieben alle Junge sitzen. In 16 Versuchen mit Kölnisch Wasser stiegen in 4 Fällen einige Jungen (1 - 10), in 7 Versuchen viele (10 - 20) und in 5 Versuchen alle Junge ab. In 9 Versuchen mit Pfefferminzöl stiegen 6-mal sämtliche Junge ab, und in 3 Versuchen verließen viele Junge (10 - 20) die ♀♀. Die Versuche zeigen, daß die P.piraticus - Jungen die Duftstoffe wahrnehmen und daß ihre Phobie gegen diese Stoffe so stark ist, daß sie zum Teil selbst von den Abdomen der ♀♀ absteigen. Da ich jedoch keinen positiven Geruchsnachweis führen konnte, mußten als Auslöser für das

Aufsteigen der Jungen andere Faktoren verantwortlich sein.

In weiteren Versuchen bestrich ich die Abdomina von P.piraticus mit Buttersäure. Stiegen die Jungen auf die mit Buttersäure behandelten ♀♀ - Abdomen wieder auf, so war daraus mit Sicherheit zu schließen, daß der Duft als entscheidender Faktor für das Aufsteigen der Jungen wegfällt. In 8 von insgesamt 26 Versuchen war nach wenigen Stunden kein einziges Junges aufgestiegen. 11-mal waren nur einzelne wenige Junge, 4-mal viele und in 3 Versuchen alle Junge wieder aufgestiegen. Dauerten die Versuche 1 - 2 Tage, so verschob sich das Gesamtergebnis zugunsten des Wiederaufsteigens der Jungen, obwohl der Trieb aufzusteigen laufend abnimmt (vgl. S. 90). So saßen in 24 Versuchen nach 1 - 2 Tagen nur in 3 Fällen keine Jungen auf und in 5 Fällen nur einzelne wenige. In 13 Versuchen waren dagegen alle Junge wieder aufgestiegen und in 3 Versuchen viele. Sonst steigen abgeschüttelte P.piraticus - Junge, die erst 1 Tag aufgestiegen waren, in kürzester Zeit wieder auf die ♀♀ - Abdomen auf. Aus den Versuchen wird deutlich, daß der Anreiz aufzusteigen, so stark ist, daß nach einiger Zeit die unangenehme Wirkung der Buttersäure für die meisten Jungen keinen Hinderungsgrund mehr darstellt. Wie stark der Trieb wieder aufzusteigen trotz des Buttersäureduftes ist, zeigt sich darin, daß viele Junge sofort das Abdomen des zurückgesetzten ♀ bestiegen. Sie liefen aber nur darüber weg und streckten dabei das 1. Beinpaar oft deutlich waagrecht nach vorne.

Da bei diesen Versuchen das Haarkleid der P.piraticus - ♀♀ durch die Buttersäure stets etwas feucht wurde, bestrich ich die Abdomen von toten P.piraticus - ♀♀ mit Buttersäure und wartete so lange, bis sie wieder trocken waren. Diese Spinnen, die noch intensiv nach Buttersäure rochen, gab ich in Fanggläser zu P.piraticus - ♀♀ mit frisch aufgestiegenen Jungen. Die Jungen schüttelte

ich so ab, daß sie an einem Ende mit dem toten ♀ lagen, während sich die Mutter am anderen Ende des Fangglases befand. Die Ballung der Jungen um die toten ♀♀ war bei weitem nicht mehr so stark wie bei den Versuchen mit den toten ♀♀ ohne Buttersäure (vgl. S. 95). Die Jungen liefen zunächst immer wieder über die toten ♀♀ nur hinweg. Nach einigen Stunden waren in 6 Versuchen in 3 Fällen viele Junge auf die toten P.piraticus - ♀♀ aufgestiegen. In einem Fall saßen nur 2 Junge auf, und in 2 Fällen war kein einziges Junges aufgestiegen. Die Ergebnisse zeigten sofort wieder die Wirksamkeit des Buttersäureduftes auf. Es stiegen aber immer noch Junge auf, obwohl sie die Möglichkeit gehabt hätten, auf die Mutter aufzusteigen.

Die Versuche zeigen, daß ein etwaiger Duft der ♀♀ nicht der ausschlaggebende Faktor für das Aufsteigen der Jungen sein kann.

4. Tastsinneseindrücke

Da weder Bewegungen der ♀♀ noch optische oder chemische Reize die Jungen zum Aufsteigen auf die ♀♀ bewegen, war zu fragen, ob die P.piraticus - Jungen vielleicht nur deshalb auf die ♀♀ aufsteigen, weil das kugelförmige Gespinst, in dem die ♀♀ den Kokon öffnen, den Jungen keinen Anreiz bietet, am Gespinst hochzuklettern.

Deshalb suchte ich festzustellen, ob die Jungen in zusagender Umgebung von den ♀♀ früher absteigen. Dazu setzte ich auf Nadeln aufgespießte tote P.piraticus-♀♀ mit Jungen auf dem Abdomen in eine feuchte Sandhöhle in einem Glaskäfig und deckte, ihrem Biochorion entsprechend, die Höhle mit Schilfstengeln so zu, daß sie die Spinne nicht berührten. Das Versuchsgefäß stellte ich in ein Aquarium mit etwas Wasser, so daß der Sand im Glaskasten fortwährend Wasser nachsaugen konnte. So herrschte in der Höhle der Spinne immer eine hohe Luftfeuchtigkeit. Die Höhle befand sich an einer Glas-

wand, so daß ich laufend beobachten konnte. Durch die Glaswand erhielten die P.piraticus - Jungen Licht. Die Jungen blieben jedoch in 3 Versuchen 85 Std., 122 Std. und 170 Std. auf den ♀♀ sitzen. Außerdem setzte ich auf Korkstückchen aufgespießte tote P.piraticus - ♀♀ in den Sand, so daß der Sand die Beine der Spinnen berührte. Um die ♀♀ herum schichtete ich kreuz und quer Schilfstengel. Den Sand befeuchtete ich stark, so daß sich dicht unter der Sandoberfläche der Wasserspiegel befand. Bei dieser Versuchsanordnung stiegen die Jungen in 75 Std., 2-mal 80 Std., 92 Std., 120 Std., 145 Std., 160 Std. und 200 Std. ab.

Da die Beobachtungen für die auslösende Wirkung von Tastqualitäten der ♀♀ - Abdomen sprachen, untersuchte ich in weiteren Versuchen die Wirkung von unterschiedlichen Tastreizen. In ca. 10 Versuchen spießte ich dicht neben ein getötetes P.piraticus - ♀, dessen Junge sich gerade außerhalb des Kokons häuteten, eine ♀ - Attrappe aus Plastika oder Stoff. Nur ganz selten stiegen 1 oder 2 Jungen auf eine solche Attrappe auf. Auch diese Tiere wechselten in kürzester Zeit auf die toten ♀♀ über. Auf eine Attrappe aus ganz kurz geschorenen Samt stiegen zwar viele Jungen auf und blieben auch einige Zeit sitzen, sie kamen jedoch nicht völlig zur Ruhe. Auf Lycosiden - ♀♀ anderer Gattungen blieben die P.piraticus - Jungen dagegen ebenso lange sitzen wie auf P.piraticus - ♀♀.

In 3 weiteren Versuchen spießte ich neben ein P.piraticus - ♀, dessen Jungen erst aufzusteigen begannen, eine Fremdspinne (Agalena labyrinthica). Einige Junge stiegen auf die Fremdspinne auf. Sie fanden aber sichtlich keinen rechten Halt und rutschten wieder ab. Da das Haarkleid dieser Spinne mit dem von P.piraticus wenig Ähnlichkeit hat, ist dies nicht verwunderlich.

Die Bedeutung des Tastsinnes zeigten auch 10 Versuche, in denen ich P.piraticus - ♀♀ das Abdomen teilweise mit

rotem Nagellack bestrich. Die aufsteigenden Jungen besetzten zunächst nur die unbehandelten Stellen der Abdomen.

ENGELHARDT (1964) kam bei der Gattung Trochosa zu entsprechenden Ergebnissen. Die Trochosa - Jungen steigen auf Attrappen aus Kork, Holz und Papier nicht auf. In der Tastqualität veränderte Abdominalstellen der ♀♀ besetzen sie zunächst ebenfalls nicht. Auf eine Anyphaena accentuata und auf eine tote Biene stiegen die Trochosa - Jungen auf und blieben tagelang darauf sitzen.

Die große Bedeutung der Tastqualität der ♀♀ - Abdomina für das Aufsteigen und Aufsitzen der Jungen auf den ♀♀ - Abdomen ist offenkundig.

5. Negative Geotaxis

Zur Untersuchung der negativen Geotaxis von P.piraticus-Jungen wurde ich durch die Beobachtung von Jungen eines Alopecosa barbipes - ♀ angeregt, die nach dem Schlüpfen aus dem Kokon nicht auf das ♀ aufstiegen. 14 dieser Jungen setzte ich in ein eigenes Versuchsgefäß. Am nächsten Tag saßen 10 Junge auf einem Grashalm und nur 4 Junge liefen auf dem Sandboden umher. Am 3. Tag saßen sogar 13 Junge auf Grashalmen. Da sich die Jungen wie die adulten Tiere sehr geschickt auf dem Sandboden bewegten, war nicht anzunehmen, daß die Tastqualität für das Verhalten der Jungen verantwortlich zu machen war. Zudem zeigen die Jungen der nahe verwandten Dolomedes fimbriatus CLERCK eine ausgeprägte negative Geotaxis (PALMGREN 1939). Auf dieses Verhalten machten mich Dolomedes fimbriatus - Junge aufmerksam, die mir aus einem nicht dicht abgeschlossenen Versuchsgefäß auf einem Tisch entwichen. Am nächsten Tag saßen die Jungen senkrecht über dem Glasgefäß an der Zimmerdecke. Dazu hatten sie ein ca. 2 m langes Leitungskabel, das von der Zimmerdecke herabhing, erklommen. An der Decke angelangt, wanderten die Jungen nicht mehr weiter.

Bei meinen Versuchen schüttelte ich P.piraticus - Junge von den ♀♀ ab und setzte sie in die Mitte einer feuchten Filtrierpapierunterlage vom 8 x 8 cm, die sich auf einer umgestülpten Glasschale in einer großen Glaswanne befand. So mußten diejenigen Jungen, die einen Trieb zur seitlichen Ausbreitung zeigten, in die Glaswanne abstürzen. In die Mitte der Filtrierpapierunterlage stellte ich eine Rolle von 6 cm Höhe und 3 cm ∅ aus dem gleichen Filtrierpapier wie die Unterlage. Die Rolle war ebenfalls angefeuchtet. Aus diesem Filtrierpapierzylinder schnitt ich 0,5 cm breite Streifen in 0,5 cm Abstand heraus. Setzte ich die P.piraticus - Jungen in die Mitte dieses Zylinders und breiteten sie sich nach anfänglicher Ballung aus, so wurden die Jungen vor die "Wahl" gestellt, bei gleicher Tastqualität der Unterlage und des Zylinders durch den "Zaun" hindurchzulaufen oder diesen zu besteigen. Sobald ein Junges durch den "Zaun" hindurchmarschiert war und sich mehr als 2 cm von dem Papierzylinder entfernt hatte, rechnete ich es zu den Jungen mit waagrechter Ausbreitungstendenz. Die Versuche brach ich jeweils 3 - 5 Min. nach Beginn ab, da sich die Jungen schnell verteilten und nur die spontane Verteilung gewertet werden sollte. Bei den Versuchen liefen die Jungen anfangs wie vor dem Aufsteigen auf die ♀♀ mit stark erhobenem 1. Beinpaar (vgl. S. 87). Durch den "Zaun" liefen sie oft ganz langsam, legten ein Vorderbein auf den feuchten senkrechten Filtrierpapierstreifen, stiegen dann auf oder gingen durch die Lücke. Nur wenige Junge liefen schnell auf geradem Weg durch die Lücken. Waren die Jungen jedoch einmal durch den "Zaun" hindurchgelaufen, so liefen sie zumeist ohne größeres Zögern bis zum Rand des waagrechten Filtrierpapiers. Dort sammelten sie sich häufig unter dem etwas überstehenden Rand, oder sie stürzten in die Glaswanne ab. 5 Versuche mit erst einen Tag auf den ♀♀ aufsitzenden Jungen zeigten nach ca. 3 Min., daß fast 54 % hochgestiegen waren. Etwa 33 % waren durch die Lücken gelaufen und etwas über 13 % der Jungen befanden sich

noch innerhalb des Papierzylinders (Tab. 52). In 6 Versuchen mit bereits 2 Tagen auf den ♀♀ aufsitzenden Jungen waren nach etwa 3 Min. nicht ganz 37 % der Jungen auf den senkrechten Filtrierpapierstreifen hochgeklettert, 37 % hatten eine waagrechte Ausbreitungstendenz gezeigt und etwas mehr als 26 % waren noch nicht aus den Papierzylinder herausgelaufen. Mit bereits 3 Tagen aufgestiegenen Jungen erhielt ich in 6 Versuchen nach etwa 3 Min. folgendes Ergebnis: nicht ganz 32 % der Jungen waren hochgestiegen, dagegen waren etwas mehr als 52 % durch die Lücken gelaufen und ca. 16 % der Jungen hatten noch keine Ausbreitungstendenz gezeigt. Die Ergebnisse hatten sich gegenüber dem 1. Tag genau umgekehrt. Interessant waren die Ergebnisse aus 6 Kontrollversuchen mit vor 5 Tagen aufgestiegen Jungen, die ihre ♀♀ bereits verlassen hatten. Von diesen Jungen zeigten nur etwas mehr als 10 % eine Tendenz nach oben und mehr als 72 % breiteten sich waagrecht aus, während etwa 17 % sich nach ca. 3 Min. noch innerhalb des Filtrierpapierkegels befanden. Da ich bei diesen Versuchen für vollkommen gleiche Tastqualitäten für die Jungspinnen gesorgt hatte, ob sie nun hochstiegen oder sich weiter verteilten, konnten die Versuchsergebnisse nur auf eine negative Geotaxis der Jungen zurückgeführt werden, die mit dem Alter der Jungen abnimmt. Arbeitete ich mit verschiedenem Material, so zeigte sich wieder der große Einfluß der Tastqualität auf das Verhalten der Jungen. So stiegen von bereits vor 3 Tagen aufgesessenen Alopecosa barbipes - Jungen auf in 0,3 cm Entfernung voneinander aufgestellte Filtrierpapierstreifen von 14 Jungen 10 Tiere auf. Auf Zündhölzer in 0,5 cm Abstand stiegen von 14 Jungen 9 Tiere und auf Knautia arvense von 11 Jungen 8 Tiere auf.

Auf glatte Grashalme, die in 0,5 cm Abstand aufgestellt waren, stieg dagegen von 14 Jungen nur ein einziges auf, ebenso auf Stecknadeln, während auf lackierte Zündhölzer kein einziges Junges von 14 Tieren aufstieg.

Die negative Geotaxis spielt für die P.piraticus - Jungen neben dem Tastsinn die entscheidende Rolle für das Aufsteigen.

6. Der Aggregationstrieb

Auch kleinere Gruppen von Jungen sitzen auf den ♀♀ - Abdomen dicht gedrängt und verteilen sich nicht gleichmäßig auf den Abdomen. Darauf weist auch ENGELHARDT (1964) für Trochosen hin. Die eben aufgestiegenen Jungen bleiben ebenso in dicht gedrängten Haufen wie auf den Abdomen sitzen, wenn man sie in ein leeres Fangglas schüttelt. Von 8 ♀♀ schüttelte ich in einem Fangglas die Jungen ab und entfernte die ♀♀. In 7 Versuchen ballten sich die Jungen in einem dichten Haufen. Nach einigen Minuten kamen die Jungen zur Ruhe und ordneten sich wie auf einem ♀ - Abdomen mit den Abdomina schräg nach außen an. Diese Ballungen dauerten bis zu 115 Std., also fast ebenso lange wie der Aufenthalt auf den ♀♀.

Die Versuche zeigten, daß der Aggregationstrieb über das Verhalten der Jungen entscheidet. Würde die negative Geotaxis allein das Verhalten der Jungen bestimmen, dürften die zusammengeballten Jungen nie zur Ruhe kommen. Und würden die Jungen nur ihrem Tastsinn folgen, wäre nicht einzusehen, warum sich in allen Versuchen kugelförmige Haufen mit einer bestimmten Anordnung der Jungen herausbilden.

Daß das Sitzen im Verband in einem kugelförmigen Ballen für die Jungen einen Ersatz für das Aufsitzen auf den ♀♀ - Abdomen bietet, machten Versuche deutlich, bei denen ich die ♀♀ zu ihren zusammengeballten Jungen zurücksetzte. Die Jungen stiegen erst auf das ♀, wenn es längere Zeit ein Bein auf den Jungenballen setzte. Oft lösten sich die Jungen auch dann nicht aus dem Verband.

So blieben die Jungen in Fanggläsern trotz der Anwesenheit der ♀♀ noch 54 Std., 77 Std. und 106 Std. geballt, obwohl in diesen kleinen Gefäßen die ♀♀ zwangsläufig immer wieder auf sie stießen. Ein ♀ setzte ein Bein minutenlang bewegungslos auf seine zu einer Kugel geballten Jungen. Diese zeigten jedoch keinerlei Tendenz aufzusteigen. Daraufhin stellte sich das ♀ über die Jungen, hob sie mit den Vorderbeinen hoch und schüttelte den Ballen. Dadurch ging der Zusammenhalt der Jungen verloren. Die Jungen suchten sich nun ihrem Trieb entsprechend wieder festzusetzen. Ein Teil ballte sich wieder zusammen, ein Teil stieg auf das ♀ auf. Auch den neu gebildeten kleineren Jungenhaufen schüttelte das ♀ nach einiger Zeit in der gleichen Weise. Am nächsten Tag befanden sich wieder alle Jungen auf dem ♀. Da der Trieb einen Kokon zu tragen bei den P.piraticus - ♀♀ zu diesem Zeitpunkt bereits abgeklungen ist, kann man nach diesem Verhalten vermuten, daß bei den ♀♀ ein Trieb etwas auf dem Abdomen zu tragen vorhanden ist.

Der Aggregationstrieb ist für das Zusammensitzen der Jungen im engen Verband verantwortlich.

D) Anpassungen an das Wasserleben

Außer Argyroneta aquatica CLERCK sind die Spinnen der Gattung Pirata am stärksten an das Wasserleben angepaßt. PALMGREN (1939) und CROME (1951) erwähnten, daß die P.piscatorius CLERCK - ♀♀ in der Fortpflanzungszeit bei Gefahr mit dem Eikokon an den Spinnwarzen unter die Wasseroberfläche tauchen. Nach CROME verhält sich Dolomedes fimbriatus CLERCK bei Gefahr ebenso und Pardosa purbeckensis CAMBR. verbringt die tägliche Überflutung in der Gezeitenzone (ca. 10 Std.) zwischen Pflanzenteilen. Hinweise auf das Tauchen von P.piraticus gaben TRANI (1906) und NØRGAARD (1951).

Beim Tauchen läuft P.piraticus an Pflanzenstengeln entlang ins Wasser oder schlüpft unter Blätter, die auf der Wasseroberfläche schwimmen. Unter Wasser bewegt sich P.piraticus sehr geschickt, benötigt aber immer Kontakt mit Wasserpflanzen, da der Auftrieb groß ist. Wie bei Argyroneta aquatica glitzert unter Wasser das gesamte Haarkleid des Abdomens wegen der mitgenommenen Luft. CROME (1951) hat bei Argyroneta aquatica herausgefunden, daß das Halten der Lufthülle durch die Differenzierung des Haarkleides ermöglicht wird. Neben kurzen, stark gefiederten und dicht stehenden Haaren fand er längere, weniger stark gefiederte. Während die ersteren die Luft in ihren Zwischenräumen halten, stützen die längeren Haare die Oberflächenhaut des Wassers und verhindern so ein Benetzen der kurzen Haare. Da bei Argyroneta aquatica die längsten Haare auf der Bauchseite stehen, nimmt sie den meisten Luftvorrat auf der Bauchseite mit unter Wasser. Bei P.piraticus stellte ich dieselbe Differenzierung des Haarkleides fest. Neben kürzeren, verzweigten und an der Spitze geknöpften Haaren fand ich lange unverzweigte. Deutlich war bei P.piraticus zu sehen, daß die Luftblase an jedem längeren Haar leicht nach oben ausgebuchtet war. Im Freiland bleiben die P.piraticus - ♀♀ meist nur wenige Minuten unter Wasser.

Sie können jedoch, wie Laborversuche zeigten, auch Stunden unter Wasser aushalten.

Flüchtende P.piraticus - ♀♀ tauchen sogar mit angehefteten Kokon oder mit aufsitzenden Jungen unter. Die Jungen bleiben dabei auf den Abdomen sitzen und werden von einer Luftblase umschlossen. Junge Trochosen, die ich auf P.piraticus - ♀♀ aufsetzte, blieben beim Tauchen ebenfalls sitzen. Brachte ich im Versuch P.piraticus - Junge auf einem abgetöteten ♀ (nur 1 mm) unter die Wasseroberfläche, so blieben sie dort bis zu ihrem Tod sitzen; brachte ich dagegen die aufsitzenden Jungen mit einem Filtrierpapierstreifen in Berührung, so stiegen sie nach einiger Zeit über diesen nach oben an die Wasseroberfläche.

P.piraticus kann auch geschickt auf der Wasseroberfläche segeln. ♀♀, die ich auf die freie Wasserfläche warf, stellten ihre Abdomina steil hoch, drückten den Körper auf gestreckten Beinen nach oben und nutzten den Luftzug aus, um ohne Eigenbewegung an den Rand des Gewässers zu gelangen. Die Haltung erinnert an Spinnen, die, bevor sie mit ihrem Fadenfloß vom Boden abheben, die Spinnwarzen hochrecken.

E) Zusammenfassung

Die Balzhandlungen von P.piraticus sind nicht so auffallend wie diejenigen der Pardosen, und die Kopulation dauert nicht so lange wie bei den bisher untersuchten Lycosiden. Für das Paarungsverhalten von P.piraticus wird ein Schema der Reaktionskette gegeben. Die ♀♀ verhalten sich bei der Balz der ♂♂ nicht nur passiv, sondern bekunden ihre Begattungsbereitschaft vor allem durch Heben und Drehen des Abdomens.

Ohne Bevorzugung einer bestimmten Tageszeit baut das ♀ seinen Kokon im Schutz eines kugelförmigen Gespinstes. Der anfangs zartblaue Kokon ist rund. Er ist durchschnittlich 27 mg schwer und enthält ca. 80 Eier. Bei Zimmertemperatur trägt ihn das ♀ 20 - 23 Tage. Die ♀♀ stellen mehrere Kokons her. Der Kokonbau erfolgt wie bei den bisher untersuchten Lycoiden und läuft in einem starren Schema ab. Fehler werden nicht ausgebessert. Pardosa amentata plattet im Gegensatz zu P.piraticus die abgelegte Eimasse zusätzlich durch verstreichende Bewegungen mit dem Abdomen ab. So entsteht der linsenförmige Pardosa - Kokon.

Die P.piraticus - ♀♀ befestigen ihre Kokons punktförmig mit 4 Fadenseilen und heften sie täglich an anderen Stellen an. Dadurch erhalten alle Eier gleichmäßige Entwicklungsbedingungen. Da die ♀♀ den Kokon bei der Annahme mit den Palpen und Chelizeren vor allem an der Naht prüfen (Griffigkeit), befestigen sie ihn bevorzugt in der Nähe der Naht. Für den runden P.piraticus - Kokon bleibt der Abstand des Kokonschwerpunktes vom Abdomen und damit das Drehmoment bei jeder beliebigen Befestigung gleich groß. Die kokontragenden ♀♀ stellen ihre Abdomina in einem Winkel von 45° - 50° an. Dadurch verringern sie das Drehmoment und damit auch die Belastung. Die ♀♀ halten durch das Aufstellen ihrer Abdomina deren Dreh-

momente vor und nach dem Kokonbau weitgehend konstant. Der Anstellwinkel entspricht nicht der jeweiligen Belastung des Abdomens, sondern ist - dem Alles- oder Nichts- Gesetz folgend - von einer Mindestbelastung an maximal.

Das Befestigen eines Kokons läuft nach einem starren Schema ab, das darauf schließen läßt, daß die ♀♀ die chemischen Eigenschaften, die Tastqualität, Form, Größe und Gewicht des Kokons prüfen. In ihrer Bedeutung als Schlüsselreize für die ♀♀ lassen sich die Kokoneigenschaften in folgende Reihenfolge bringen: Tastqualität und chemische Eigenschaften, Gewicht, Größe, Form. Ob die chemischen Eigenschaften oder die Tastqualität vorrangig sind, läßt sich schwer entscheiden. Die chemischen Eigenschaften des Kokons sind für seine Annahme von ausschlaggebender Bedeutung. Trotzdem hefteten die ♀♀ bereits in Verwesung übergehende Kokons an, was jedoch etwas länger dauerte. Außerdem legten die ♀♀ diese Kokons bald ab. Mit Capronsäure behandelte Kokons nahm dagegen kein ♀ an. Mit Körpersaft artgleicher Spinnen bestrichene Plastikattrappen hefteten die ♀♀ häufiger an als unbehandelte. Plastikattrappen mit Fliegenbrei nahmen die ♀♀ dagegen nicht häufiger an als Plastikattrappen ohne diese chemischen Reize. Die Tastqualität der Kokonhülle ist ebenfalls ein wichtiger Schlüsselreiz für die ♀♀. Darauf weisen die Häufigkeit und die Zeitspanne der Befestigung verschiedener Kokonattrappen hin. Kokons, die ich mit Nagellack bestrichen hatte, nahmen von 16 ♀♀ nur 9 Tiere an. Plastikkugeln mit P.piraticus - Kokonhüllen haben die ♀♀ ebenso angeheftet wie Plastikkugeln, die mit Linyphiidengespinst überzogen waren, doch hefteten die ♀♀ die ersteren schneller an. Bietet man den ♀♀ verschiedenartige Kokonattrappen an, so tauschen sie bereits angeheftete gegen solche aus, die ihnen hinsichtlich der Oberflächenbeschaffenheit mehr zusagen.

Die Kokonfarbe stellte keinen Schlüsselreiz dar, während sich die Kokonform auf die Kokonannahme auswirkt. Würfelförmige Kokons bereiten beim Anheften Schwierigkeiten, insbesondere wenn sie groß sind. Bei ihrer Befestigung brauchen die ♀♀ fast doppelt so lang wie bei gleichschweren Kugeln aus dem gleichen Material. Bezüglich des Kokongewichtes war festzustellen, daß nur Kokons bzw. Attrappen von einem bestimmten Mindestgewicht an angenommen werden. Dieses liegt etwas höher als das der leeren Kokonhülle. Die ♀♀ tauschten leichte P.piraticus - Kokons gegen schwere aus. Versuche mit einem Bleikügelchen in der Kokonhülle zeigten, daß das Kokongewicht allein das Abkrümmen des Abdomens (charakteristische Bewegung bei der Kokonbefestigung) auslöst. Kokongröße und Kokongewicht dürfen stark differieren. Zu große und zu kleine Kokons werden nicht angenommen. Ein unveränderter Kokon ist jedoch allen Attrappen in der Summe seiner Reize überlegen.

Die Lycosiden - ♀♀ lockern die Kokonhülle mit den Cheliceren bereits lange bevor sie den Kokon vollständig öffnen. Während die bisher untersuchten Lycosiden ihren Kokon entlang der Naht öffnen, beißen ihn die P.piraticus - ♀♀ deckelförmig auf. Die Lockerung der Kokonhülle, die eine Vergrößerung des Kokondurchmessers um bis zu 20 % ermöglicht, ist für eine unbehinderte Entwicklung der Jungen lebenswichtig. Diese Lockerung ist zu Beginn des Auftretens des ersten frei beweglichen Stadiums am stärksten. Die Bereitschaft der ♀♀ zur Kokonöffnung ist endogen bedingt. Der Verlauf der Kokonlockerung und die -öffnung werden jedoch durch den Entwicklungszustand der Jungen mitgesteuert. Die ♀♀ stellen sich sowohl auf Kokons, die in der Entwicklung gegenüber dem eigenen Kokon bis zu 8 Tage vorauseilen als auch auf solche, die bis zu 7 Tage in der Entwicklung zurückliegen, um. Die ♀♀ stellen sich auch noch auf die Entwicklung in Austauschkokons um, nachdem sie den eigenen Kokon kurz

zuvor geöffnet haben und den Fremdkokon noch ca. 8 Tage tragen müssen. Kokons mit abgetötetem Inhalt tragen die ♀♀ durchschnittlich 6 Tage, bevor sie diese ablegen.

Der Trieb der ♀♀, etwas an die Spinnwarzen anzuheften, hält sogar nach dem Aufsteigen der Jungen an, solange die ♀♀ noch die leere Kokonhülle an den Spinnwarzen tragen. Dieser Trieb kann durch einen zusätzlich gereichten Kokon aufrecht erhalten werden. Er wird aber durch die Entwicklung der Eierstöcke innersekretorisch mitbestimmt. Für das Ablegen der leeren Kokonhülle ist die Gewichtsdifferenz zwischen Kokon und Hülle und nicht der Krabbelreiz der aufsteigenden oder aufsitzenden Jungen verantwortlich.

Die P.piraticus - Jungen machen die letzte Postembryonalhäutung außerhalb des Kokons durch. Deshalb steigen die ersten frisch gehäuteten Jungen erst ca. 30 Min. nach der Kokonöffnung auf die ♀♀ auf. Nach etwa 2 1/2 Std. sind alle Jungen aufgestiegen. Die Jungen zeigen, bevor sie in Kontakt mit den ♀♀ kommen, Suchverhalten. Sie bleiben bei Zimmertemperatur 6 - 7 Tage, bei 15° C 14 - 15 Tage und bei 8° C 27 Tage auf dem Abdomen sitzen. Dort häuten sie sich nicht. Gegenüber anderen vergleichbaren Spinnenjungen machen sie keine verkürzte Entwicklung im Kokon durch. Während die Jungen auf den ♀♀ - Abdomina aufsitzen, werden sie weder von den ♀♀ gefüttert, noch nehmen sie passiv an deren Beute teil. Erst ca. 3 Tage nach dem Absteigen vom ♀ - Abdomen fangen die Jungen Beute. Der Trieb, auf die ♀♀ aufzusteigen, nimmt bei den aufsitzenden Jungen fortwährend ab und die Tendenz sich zu verteilen nimmt stetig zu.

Für das Aufsteigen und das Verweilen der Jungen auf dem ♀ - Abdomen spielen die Bewegungen des ♀ keine Rolle. Auch optische und chemische Reize ließen sich

nicht als Auslöser nachweisen. Wichtig für das Aufsteigen der Jungen ist die Oberflächenstruktur der ♀♀ und die negative Geotaxis. Einen Tag nach dem Schlüpfen zeigen 54 % der Jungen negative Geotaxis, 3 Tage später nur noch 32 %. Die Jungen sitzen auf dem ♀ - Abdomen dicht und regelmäßig, was auf einen Aggregationstrieb hinweist.

Beobachtungen im Freiland und im Labor zeigten, daß flüchtende P.piraticus - ♀♀ an Pflanzenstengeln entlang unter die Wasseroberfläche tauchen. Dabei nehmen sie gegebenenfalls ihren Kokon bzw. die aufsitzenden Jungen mit. Unter Wasser werden die Jungen von der Luft, die von den Haaren der ♀♀ festgehalten wird und den ganzen Körper umgibt, eingehüllt. Das Haarkleid der P.piraticus - ♀♀ zeigt dieselbe Differenzierung wie bei Argyroneta aquatica.

Literaturverzeichnis

AUSSERER, A. : Betrachtungen über Lebensweise, Fortpflanzung und Entwicklung der Spinnen. Z.Ferdinand. (Innsbruck) 3 (13), 12-45 (1876).

BECKER, L. : De L'Amour Maternel Chez L'Araignée. Compt.-Rend., Soc.Ent. de Belgique (2) Nr. 53, S. 28 (1878).

" : Les Arachnides de Belgique. Ann.Mus.Hist. nat. Belgique (Brüssel) 10 (1882).

" : Les Arachnides de Belgique. Ann.Mus.Hist. nat. Belgique (Brüssel) 12 (1896).

BAERG, W.J. : Tarentula life history records. J.N. - Y.Ent.Soc. 71 (4), 233 - 238 (1963).

BERLAND, L. : L'instinct maternel chez les araignées. Rev.sci.(Paris) 63, 161 - 166 (1925).

" : Contribution a l'étude de la biologie des arachnides. Arch.Zool.Exp. et Gen. 66, 7 - 29 (1927).

BLACKWALL, J. : A history of the Spiders of Great Britain and Ireland. London (1861 - 64).

BONNET, P. : L'éclosion des cocons chez les Araignées. Bull.Soc.Hist.nat. (Toulouse) 56, 505 - 512 (1927).

" : L'instinct maternel des araignées à l'épreuve de l' expérimentation. Bull. Soc.Hist.nat. (Toulouse) 81, 185 - 250 (1946).

BÖSENBERG, W. : Die Spinnen Deutschlands. Stuttgart, Zoologica 14 (1901 - 1903).

BRISTOWE, W.S. and G.H. LOCKET : The Courtship of British Lycosid Spiders and its probable Significance. Proc.Zool. Soc. London 1, 317 - 147 (1926).

" : The Mating Habis of Spiders, with special reference to the Problems surrounding Sex Dimorphism. Proc.Zool.Soc. London 2, 309 - 358 (1929).

" : The mating habits of spiders: a second supplement with the description of a new Thomisid from Krakatau. Proc.Zool.Soc. London 1931, 1401 - 1412.

BRISTOWE, W.S. and G.H. LOCKET : Notes on the biology of spiders. VIII. Rare spiders and the meaning of the word "rare". Ann.Mag.nat.Hist., 10th ser. 11, 279 - 289 (1933).

- : The comity of spiders. Ray Soc.London I. 1939; II. 1941.

- : The world of spiders. The new naturalist. London 1958.

BÜCHERL, W. : Brutfürsorge und Brutpflege bei einigen brasilianischen Spinnen. (Dusenia) 3, 58 - 74 (1952).

COMSTOCK, J.H. : The spider book. Rev.a.edit. by W.J. Gertsch, New York 1948.

Mc COOK, H. : American Spiders and their spinning work. Philadelphia. Vol. I-II 1889-93.

CROME, W. : Die Wasserspinne. Neue Brehm-Bücherei (Leipzig) H.44, 1 - 47 (1951).

DAHL, F. : Die Lycosiden oder Wolfspinnen Deutschlands und ihre Stellung im Haushalt der Natur.Abh.Kaiserl.Leop.-Carol.Akad. d.Naturforscher 88 (3), 175 - 678 (1908).

DAHL, F. und M. DAHL : Lycosidae. In: DAHL, Tierwelt Deutschlands, Teil 5, Jena 1927.

DREES, O. : Verhaltensphysiologische Untersuchungen über instinktive Verhaltensweisen bei Salticiden.Zool.Anz., Suppl. 15, 186 - 192 (1951).

- : Untersuchungen über die angeborenen Verhaltensweisen bei Springspinnen (Salticidae). Z.f.Tierpsychol. 9, 169 - 207 (1952).

DUGES, A. : Observations sur les Aranéides. Ann. sci.nat.Zool. 6, 159 - 218 (1836).

ENGELHARDT, W. : Die mitteleuropäischen Arten der Gattung Trochosa C.L.Koch 1848 (Araneae, Lycosidae). Morphologie, Chemotaxonomie, Biologie, Autökologie. Z.Morph.Ökol. Tiere 54, 219 - 392 (1964).

FABRE, J.H. : La Lycose de Narbonne. Souv.ent. 8, (23), 395 - 408 (1903).

GERHARDT, U. : Vergleichende Studien über die Morphologie des männlichen Tasters und die Biologie der Kopulation der Spinnen. Arch. Naturgesch., Abt.A 87, 78-247 (1921).

- : Weitere sexualbiologische Untersuchungen an Spinnen. Arch.Naturgesch., Abt. A 89, 1 - 225 (1923).

- : Weitere Studien über die Biologie der Spinnen. Arch.Naturgesch., Abt. A 90, 85 - 192 (1924 a).

- : Über das Sinnesleben und die Plastizität der Instinkte bei Spinnen. Verh.dtsch. Zool.Ges. (Leipzig), 64 - 69 (1924 b).

- : Neue Studien zur Sexualbiologie und zur Bedeutung des sexuellen Größendimorphismus der Spinnen. Z.Morph.Ökol.Tiere 1, 507 - 538 (1924 c).

- : Neue sexualbiologische Spinnenstudien. Z.Morph.Ökol.Tiere 3, 567 - 618 (1925).

- : Weitere Untersuchungen zur Biologie der Spinnen. Z.Morph.Ökol.Tiere 6, 1 - 77 (1926).

- : Neue Untersuchungen an einheimischen und ausländischen Spinnen. Z.Morph.Ökol. Tiere 8, 96 - 186 (1927).

- : Biologische Studien an griechischen, corsischen und deutschen Spinnen. Z.Morph.Ökol.Tiere 10, 576 - 675 (1928).

GERTSCH, W.J. : American spiders. A guide to the life and habits of the spider world. New York 1949.

GRAEFE, G. : Die Brutfürsorge bei Pardosa lugubris (Walckenaer 1802) (Araneae, Lycosidae) Diss. München 1964, 119 S.

HELL, K.H. : Beiträge zur Physiologie und Psychologie der Springspinnen. Z.vgl.Physiol. 23, 1 - 25 (1936).

HENKING, H. : Die Wolfsspinne und ihr Eikokon. Zool. Jahrb. Syst. 5, 185 - 210 (1891).

HERMAN, O. : Magyarország Pók-faunája. Budapest, 3, 1 - 394 (1879).

HOLM, A. : Studien über die Entwicklung und Entwicklungsbiologie der Spinnen. Zool. Bidrag Uppsala 19, 1 - 214 (1940).

- : Oxyopidae, Lycosidae och Pisauridae in Svensk spindelfauna, Vol. 3, Stockholm: Entomologiska Föreningen (1947).

HOMANN, H. : Beiträge zur Pysiologie der Spinnenaugen. III. Das Sehvermögen der Lycosiden. Z. vergl. Physiol. 14, 40 - 67 (1931).

HULSEBOS, J. : Über Pardosa lugubris (Walck.) (Araneae, Lycosidae). Ent.Ber. 24, 100 (1964).

JAMBUNATHAN, N. S. : The habits and life history of a social spider (Stegodyphus sarsinorum KARSCH). Smithson.Miscell.Coll. 47, 365 - 372 (1905).

KASTON, B.J. : The senes involved in the courtship of some vagabond spiders. Ent. Americana N.S. 16 (2), 97 - 166 (1936).

- : Some little known aspects of spiders behaviour. Amer.Mid.Nat. 73, 336 - 456 (1965).

KESSLER : Beitrag zur Naturgeschichte und Anatomie der Gattung Lycosa. Bull.Soc.Nat. Moscou 22 (2), 480 - 518 (1849).

KOLOSVÁRA, G.v.: Neue Beiträge zur Sexualbiologie der Trochosa (Hogna) singoriensis (Laxm.), Folia Zoologica et Hydrobiologica 7, 179 - 184 (1934).

- : Neue Daten zur Lebensweise der Trochosa (Hogna) singoriensis (Laxm.). Zool.Anz. 98, 307 - 311 (1932).

KRATOCHVIL, J. : Araignées nouvelles ou non encore signalées en Yougoslavie. Folia Zoologica et Hydrobiologica 8, 10 - 25 (1935).

KÜHNE, H. : Die neurosekretorischen Zellen und der retrocerebrale neuro-endokrine Komplex von Spinnen (Araneae, Labidognatha) unter Berücksichtigung einiger histologisch erkennbarer Veränderungen während des postembryonalen Lebensablaufes. Zool.Jb.Anat. 77, 527 - 700 (1959).

LÈCAILLON, A. : Sur la biologie et la psychologie d'une araignée (Chiracanthium carnifex Fabricius). L'année psychol. (Paris) 10, 63 - 83 (1904).

- : Sur l'origine d l'habitude qu'ont les Lycosidae de porter leur cocon ovigère attachéaux filières. Compt. Rend. Soc. Biol. 57, 136 - 138 (1905).

- : Nature et importance des "soins" que certaines femelles donnent à leur progéniture. Comp.Rend.Soc.Biol. (Paris) 63, 668 - 670 (1907)

LENGERKEN, H.v.: Die Brutfürsorge- und Brutpflegeinstinkte der Käfer. Ergebnisse der Insektenbiologie. 1 Leipzig 1939.

LOCKET, G. H. : Mating-habits of Lycosidae. Ann.Mag.Nat. Hist. (12) 9, 493 - 503 (1923).

LOCKET, G.H. and A.F. MILLIDGE : British spiders. Ray Soc. London Bd. 1 1951; Bd. 2 1953.

LOCKET, G.H. and M. D. MARSH : Two casis of Lycosid spiders carrying snail shells instead of egg cocons. Ent.month.Mag. 92, 139 (1957).

MEISENHEIMER, J. : Geschlecht und Geschlechter im Tierreich. 1; Brutpflege (S. 522 - 644) Jena 1921.

MELCHERS, M. : Zur Biologie und zum Verhalten von Cupiennius salei (KEYSERLING), einer amerikanischen Ctenide. Zool.Jb.Syst. 91, 1 - 90 (1963).

MENGE, A. : Über die Lebensweise der Arachniden. Neueste Schrift. Naturf.Ges. Danzig 4, H. 1 (1843).

- : Preußische Spinnen. X. Fortsetzung. Schrift. Naturf. Ges. Danzig (N.F.) 4, 495 - 542 (1876).

MEYER, E. : Neue sinnesbiologische Beobachtungen an Spinnen. Z.Morph.Ökol.Tiere 12, 1 - 69 (1928).

MILLET, J.G. : Le "sentiment" maternel chez une Araignée. (Pardosa saccata, Lycosidae). Nature, 27 (2), 341 - 342 (1927).

MOENKHAUS, W.J.: The Spinning of the Egg-Sac in Lycosid. Proc. of the Indiana Acad. of Science 11, 14 - 19 (1901).

MONTGOMERY, T. H. : Studies on the habits of spiders, particularly those of the mating period. Proc.Acad.Sci.Philad. 55, 59 - 149 (1903).

- : Further studies on the activities of Araneads. II. Proc.Acad.Nat.Sci.Philad. 61, 548 - 569 (1909).

- : The significance of the courtship and secondary sexual characters of araneads. Amer. Nat. 44, No 519, 151 - 177 (1910).

NAPPI, A.J. : Notes on the courtship and Mating of the wolf spider Lycosa helluo Walckenaer.

NIELSEN, E. : The Biology of Spiders, with special reference to the Danish fauna. Bd. 1 u. 2. Kopenhagen 1932.

NØRGAARD, E. : Ökologiske Undersogelser over nogle danske Jagdtedderkopper. Flora og Fauna 51, 1 - 37 (1945).

- : On the Ecology of two Lycosid Spiders (Pirata piraticus und Lycosa pullata) from a Danish Sphagnum Bog. Oikos 3, 1 - 21 (1951).

O'CONNOR, F.S. : Spider carrying Snail-Shell. Irish.Nat. 5, (11), 299 (1896).

PALMGREN, P. : Ökologische und physiologische Untersuchungen über die Spinne Dolomedes fimbriatus (Cl.). Acta Zool.fenn. 24, 3 - 42 (1939 a).

- : Die Spinnenfauna Finnlands. I. Lycosidae. Acta Zool.Fenn. 25, 5 - 81 (1939 b).

- : On Lycosidernas Fortplantninginstinktes. Ann. Ent. Fenn. (Helsinki) 14, 179 - 180 (1948).

PAPPENHEIM, P. : Dolomedes fimbr. Z.wiss.Zool. 74, 109 - 903 (1903).

PECKHAM, G.W. and E.G. : Some observations on the mental powers of spiders. Journ.Morph. 1, 383 - 419 (1887).

- : The courtship of the spiders. Trans.Wisc. Acad.Sc. 10, 150 (1894).

PLATEAU, F. : Recherches expérimentales sur la vision chez les Arthropodes (2e partie). - Vision chez les Arachnides. Bull. Acad. Belg. 14, 545 - 595 (1887).

PRECHT, H. : Über das angeborene Verhalten von Tieren. Versuche an Springspinnen. Z.Tierpsychol. 9, 207 - 230 (1952).

RABAUD, E. : L'instinct maternel chez quelques Araignées. Compt.Rend.Soc.Biol. 96, 779 - 780 (1927).

- : L'instinct maternel des Araignées (4e note préliminaire): Le rapt du sac ovigère. Bull.Soc.zool.France 57, 258 - 262 (1932).

ROEWER, C.Fr. : Katalog der Araneae. Bd. 2 (Abt. a und b) Bruxelles 1954.

ROVNER, J.S. : Courtship behaviour of the wolf spider Lycosa rabida. Amer.Soz.Zool. 5 (2), 202 (1965).

- : Courtship in Spiders without Prior Sperm Induction. Science 152, No. 3721, 543 - 544 (1966).

SAVORY, T.H. : On Wolf-Spiders Memories. Ann.Mag.Nat. Hist. 4, 524 - 528 (1929).

- : The Arachnida. London 1935.

SCHEFFER, T.H. : The coconing habits of spiders. Kansas Univ.Sci.Bull 3, 83 - 114 (1905).

SCHMIDT, G. : Einige Notizen über Dolomedes fimbriatus (Cl.). Zool.Anz. 158, 83 - 97 (1957).

- : Mitteilungen über sexualbiologische Beobachtungen an Pardosa amentata (CLERCK). Zool.Anz. 158 - 159, 16 - 23 (1957).

STAVELEY, E.F. : British Spiders. London 1866.

THORELL, T. : On European spiders. Nov. Acta upsalensia (3), 1 - 242 (1870).

TINBERGEN, N. : Instinktlehre. Vergleichende Erforschung angeborenen Verhaltens. (Deutsche Übersetzung v. O. KOEHLER). Berlin und Hamburg 1952.

TRANI, E. : Sul Pirata piraticus CLERCK. Boll.Soc. nat. Napoli 19, 128 - 131 (1906).

TRETZEL, E. : Zur Ökologie der Spinnen (Araneae). Autökologie der Arten im Raum von Erlangen. Sitzber. physik.-med.-Soc. Erlangen 75, 36 - 131 (1952).

" : Reife- und Fortpflanzungszeit bei Spinnen. Z.Morph.Ökol.Tiere 42, 643 - 691 (1954).

" : Intragenerische Isolation und interspezifische Konkurrenz bei Spinnen. Z.Morph.Ökol.Tiere 44, 43 - 162 (1955).

" : Intragenerische Isolation und Artbildung durch jahreszeitliche Sonderung bei Spinnen. Zool.Anz., Supp. 19, 413 - 414 (1956).

" : Zum Begegnungsverhalten von Spinnen. Zool.Anz. 163, 194 - 205 (1959).

" : Biologie, Ökologie und Brutpflege von Coelotes terrestris (WIDER) (Araneae, Agelenidae). Teil I: Biologie und Ökologie. Z.Morph.Ökol.Tiere 49, 658 - 745 (1961 a).

Teil II: Brutpflege. Ebenda 50, 375 - 542 (1961 b).

TRUMLER, E. : Brutpflege bei der Tarantel. Umwelt (Wien) 2, (2), 2 - 5 (1948).

VACHON, M. : Contribution à l'étude du développment postembryonnaire des araignées. 1° note: Généralités et nomenclature des stades. Bull.zool.France 82, 337 - 354 (1957).

VLIJM, L. : Vorming van de eicocon bij de Wolfspin Pardosa amentata (Lycosidae). De Lev. Nat. 65, 25 - 28 (1962).

VLIJM, L., KESSLER, A. und C.S.J. RICHTER : The life history of Pardosa amentata (Cl.). (Araneae, Lycosidae). Ent.Ber. 23 (4), 75 - 80 (1963).

WAGNER, W. : La mue des Araignées. Ann.sci.nat.Zool. 6, 281 - 393 (1888).

- : L'industrie des Araneina. Mém.Acad.Sci. St.Petersb. 42, 1 - 269 (1894).

WIEBES, J.T. : The lycosidae and Pisauridae (Araneae) of the Netherlands. Zool.Verh.Rijksmus. Nat.Hist.Leiden 42, 1 - 73 (1959).

- : De wolfspinnen van het Meyendel. Ent.Ber. 19, 56 - 61, 70 - 74, 83 - 89 (1960).

- : Nederlandse wolfspinnen - Lycosidae en Pisauridae. Wetensch.Meded. no. 41 (1962).

- : Nieuwe gegevens over Nederlandse wolfspinnen (Araneae, Lycosidae). Ent.Ber. 24, 97 - 99 (1964).

Tabellen

In den Tabellen allgemein verwendete Zeichen und Abkürzungen:

Vs. - Nr.	=	Versuchsnummer
l	=	links
r	=	rechts
min.	=	Minimum
max.	=	Maximum
△	=	Mittelwert
(-)	=	Kokon wurde vom ♀ nicht angeheftet
(+)	=	Kokon wurde vom ♀ angeheftet

Tabelle 1

Vs.-Nr.	Insertionsdauer l	Insertionsdauer r	Insertionsdauer gesamt	Anzahl der Insertionen	Kopulationsdauer
1	11 Sek.	19 Sek.	30 Sek.	2	36 Sek.
2	8 "	10 "	18 "	2	34 "
3	19 "	32 "	51 "	2	--
4	14 "	17 "	31 "	2	68 "
5	--	6 "	6 "	1	14 "
6	14 "	3 "	17 "	2	69 "
7	13 "	19 "	32 "	2	61 "
8	16 "	15 "	31 "	2	54 "
9	17 "	19 "	36 "	2	46 "
10	7 "	25 "	42 "	3	76 "
	10 "				
11	12 "	10 "	66 "	4	105 "
	38 "	6 "			
12		5 "	24 "	4	70
		4 "			
	7 "	8 "			
13	8 "	5 "	13 "	2	53 "
14	15 "	24 "	49 "	3	85 "
		10 "			
15	10 "	20 "	30 "	2	56 "
16	10 "	19 "	29 "	2	43 "
17	36 "	5 "	41 "	2	63 "
18	25 "	12 "	37 "	2	56 "
19	9 "	21 "	30 "	2	43 "
20	17 "	20 "	37 "	2	64 "
21	17 "	18 "	85 "	4	148 "
	27 "	23 "			
22	31 "	19 "	50 "	2	-
22 Beobachtungen			$\bar{x}$ 35 Sek.	$\bar{x}$ 2	$\bar{x}$ 61 Sek.
			min. 6 "	min. 1	min. 14 "
			max. 85"	max. 4	max. 105"

Tabelle 2

Tierart	Kopulationsdauer	Insertionen l	Insertionen r	Insertionen gesamt
Pardosa amentata	78 Min.			
" "	80 "			
" "	45 " (gestört)			
" "	23 " (")			
" "	22 "			
" "	26 "	17	17	34
" "	60 "	12	11	23
" "	28 "	8	8	16
" "	47 "	22	22	44
" "	49 "	7	7	14
" "	65 "	14	15	29
11 Beobachtungen	Δ 47 Min.			Δ 26
	min. 22 "			min. 14
	max. 80 "			max. 44
Alopecosa barbipes	8 Min.			
"	2 "			
"	12 "	6	6	12
"	4 "	2	2	4
"	2 "	2	2	4
"	2 "	2	2	4
6 Beobachtungen	Δ 5 Min.			Δ 6
	min. 2 "			min. 4
	max. 12 "			max. 12

Tabelle 3

Vs.-Nr.	Gewicht des Kokons	Gewicht der Kokonhülle	Eizahl
1	32,7 mg	0,4 mg	90
2	21,9 "	0,3 "	72
3	23,4 "	0,3 "	84
4	30,6 "	0,4 "	72
5	27,8 "	0,39"	80
6	12,9 "	0,2 "	42
7	36,0 "	0,6 "	105
8	35,5 "	0,4 "	87
9	20,6 "	0,2 "	68
10	23,0 "	0,8 "	66
11	21,2 "	0,3 "	49
12	21,9 "	0,3	79
13	49,2 "	1,0 "	118
14	32,2 "	0,5 "	102
15	18,2 "	0,2 "	67
16	24,8 "	0,5 "	69
17	20,3 "	0,9 "	59
18	20,4 "	-	-
19	50,4 "	-	126
20	18,3 "	0,3 "	61
21	33,7 "	0,4 "	115
22	21,2 "	0,2 "	74
23	23,8 "	0,8 "	81
24	30,1 "	1,0 "	75
24 Versuche	Δ 27,09 mg	Δ 0,47 mg	Δ 80
	min.1 ,9 "	min.0,2 "	min.42
	max.50,4 "	max.1,0 "	max.126

Tabelle 4

Vs.-Nr.	Kokonbau	Aufsteigen der Jungen	Zeitspanne des Kokontragens
1	21.6.	13.7.	22 Tage
2	24.6	15.7.	21 "
3	25.6.	16.7.	21 "
4	25.6.	16.7.	21 "
5	30.6.	22.7.	22 "
6	24.6.	15.7.	21 "
7	24.6.	15.7.	21 "
8	23.6.	14.7.	21 "
9	3.7.	25.7.	22 "
10	7.7.	27.7.	20 "
11	8.7.	28.7.	20 "
12	8.7.	28.7.	20 "
13	8.7.	28.7.	20 "
14	11.7.	31.7.	20 "
15	11.7.	31.7.	20 "
16	14.7.	3.8.	20 "
17	24.7.	16.8.	23 "
18	25.7.	15.8.	21 "
19	26.7.	17.8.	22 "
20	25.7.	16.8.	22 "
21	27.7.	19.8.	23 "
22	27.7.	19.8.	23 "
23	29.7.	20.8.	22 "
24	29.7.	20.8.	22 "
25	30.7.	22.8.	22 "
25 Versuche			20 - 23 Tage

Tabelle 5

Vs.-Nr.	Zeitspanne für das Befestigen des Kokons
1	18,3 Sek.
2	41,0 "
3	26,9 "
4	19,0 "
5	34,8 "
6	51,0 "
7	30,3 "
8	29,8 "
9	34,0 "
10	16,5 "
10 Versuche	Δ 30,16 Sek.

Tabelle 6

Vs.-Nr.	Kokon mit Capronsäure
1	nicht angenommen
2	" "
3	" "
4	" "
5	" "
6	" "
7	" "
8	" "
9	" "
10	" "
11	" "
11 Versuche	11 (-) : 0 (+)

Tabelle 7

Vs.Nr.	Plastikattrappe mit Spinnenbrei	Gewicht	Zeitspanne für das Befestigen der Attrappe
1	angenommen	17,7 mg	0,5 Min.
2	nicht "	39,9 "	-
3	"	43,5 "	1 "
4	"	73,8 "	1 "
5	"	28,2 "	3 "
6	"	20,0 "	3 "
7	"	81,2 "	2,5 "
8	"	36,9 "	1 "
9	"	19,0 "	(10 Min. 15 Sek.)
10	"	17,2 "	3 Min.
11	"	11,2 "	5 "
11 Versuche	10(+) : 1(-)	Δ 35,3 mg	Δ 3 Min. 1,5 Sek. Δ 2 " 13 " (ohne den eingeklammerten Wert)

Tabelle 8

Vs.-Nr.	Plastikkugel	Gewicht	Zeitspanne für die Befestigung der Attrappe
1	angenommen	18,6 mg	7 Min.
2	"	37,9 "	30 Sek.
3	"	39,4 "	30 "
4	"	22,0 "	6 "
5	"	64,2 "	1 "
6	"	27,8 "	28,3"
7	"	27,8 "	3 " 56 "
8	"	21,4 "	39,4"
9	"	15,0 "	(11 ")
10	"	24,8 "	24,5"
11	"	24,8 "	53,5"
12	nicht "	13,6 "	----------
13	" "	13,6 "	----------
14	" "	55,4 "	----------
15	" "	27,8 "	----------
16	" "	35,9 "	----------
17	" "	39,7 "	----------
18	" "	10,4 "	----------
19	" "	19,0 "	----------
20	" "	17,2 "	----------
20 Versuche	11(+) : 9(-)	Δ 27,8 mg	Δ 2 Min. 56,4 Sek. Δ 2 Min. 12 Sek. (ohne den eingeklammerten Wert)

Tabelle 9

Vs.-Nr.	Plastikkugel	Gewicht	Zeitspanne für die Befestigung der Attrappe
1	angenommen	17,6 mg	-- 13,3 Sek.
2	"	"	60,0 "
3	"	"	44,3 "
4	"	"	26,0 "
5	"	"	32,5 "
6	"	"	90,5 "
7	nicht "	"	----------
8	" "	"	----------
9	" "	"	----------
10	" "	"	----------
10 Versuche	6(+) : 4(-)	17,6 mg	Δ 44,4 Sek.

Tabelle 10

Vs.-Nr.	Plastikwürfel mit Spinnenbrei	Gewicht	Zeitspanne für die Befestigung der Attrappe
1	angenommen	14,6 mg	25,3 Sek.
2	"	"	46,5 "
3	"	"	25,5 "
4	"	"	73,8 "
5	"	"	37,9 "
6	"	"	23,6 "
7	"	"	14,7 "
8	"	"	35,8 "
9	"	"	23,6 "
10	"	"	24,1 "
11	"	"	22,7 "
11 Versuche	11(+) : 0(-)	14,6 mg	Δ 32,1 Sek.

Tabelle 11

Vs.-Nr.	Kokon mit Spinnenbrei	Zeitspanne für die Befestigung der Attrappe
1	angenommen	11 Min. 45 Sek.
2	"	2 " 08 "
3	"	1 " 11 "
4	"	6 " 58 "
5	"	2 " 23 "
6	"	1 " 01 "
7	"	11 " 32 "
8	"	20 " 30 "
8 Versuche	8(+) : 0(-)	$\underline{\Lambda}$ 7 Min. 11 Sek.

Tabelle 12

Vs.-Nr.	Plastikattrappe mit Fliegenbrei	Gewicht	Zeitspanne für die Befestigung der Attrappe
1	angenommen	39,7 mg	1,5 Min.
2	"	28,2 "	2 " 17,1 Sek.
3	"	32,5 "	3 " 18,5 "
4	"	24,1 "	7 " 18,5 "
5	nicht "	12,4 "	-------
6	nicht "	34,4 "	-------
7	nicht "	39,7 "	-------
8	nicht "	17,2 "	-------
8 Versuche	4(+) : 4(-)	Δ 28,52 mg	Δ 3 Min. 36 Sek.

Tabelle 13

Vs.-Nr.	Plastikkugel mit Fliegenbrei	Gewicht	Zeitspanne für die Befestigung der Attrappe
1	angenommen	17,6 mg	1 Min. 25 Sek.
2	"	"	48,3 "
3	"	"	1 " 46 "
4	"	"	23,5 "
5	"	"	2 " 22 "
6	"	"	1 " 02 "
7	"	"	(17 " 02 ")
8	nicht "	"	----------
9	" "	"	----------
10	" "	"	----------
10 Versuche	7(+) : 3(-)		Δ 3 Min. 32,7 Sek.
			Δ 1 " 17,8 "
			(ohne den eingeklammerten Wert)

Tabelle 14

Vs.-Nr.	Zeitspanne für die Befestigung des verwegenden Kokons	Zeitspanne für die Befestigung des eigenen Kokons
1	46,1 Sek.	47,7 Sek.
2	27,2 "	31,0 "
3	35,2 "	24,4 "
4	53,0 "	49,9 "
5	76,0 "	32,4 "
6	28,5 "	29,1 "
7	26,4 "	13,2 "
8	27,4 "	31,7 "
9	17,2 "	14,8 "
10	16,8 "	21,9 "
10 Versuche	Δ 35,38 Sek.	Δ 29,61 Sek.

Tabelle 15

Vs.-Nr.	Plastikkugel mit Kokonhülle	Gewicht	Zeitspanne für die Befestigung der Attrappe
1	angenommen	15,2 mg	24,8 Sek.
2	"	"	29,5 "
3	"	"	45,7 "
4	"	19,4 mg	28,6 "
5	"	"	32,8 "
6	"	"	99,5 "
7	"	"	38,5 "
8	"	"	19,7 "
8 Versuche	8(+) : 0(-)		Δ 39,1 Sek.

Tabelle 16

Vs.-Nr.	Plastikkugel mit Spinnweben	Gewicht	Zeitspanne für die Befestigung der Attrappe
1	angenommen	24,0 mg	244,2 Sek.
2	"	"	66,5 "
3	"	"	27,9 "
4	"	"	43,0 "
5	"	"	619,5 "
6	"	"	61,5 "
7	"	"	41,1 "
8	"	"	36,5 "
8 Versuche	8(+) : 0(-)		△ 2 Min. 25,1 Sek.

Tabelle 18

Vs.-Nr.	Kokonhülle mit Eisenpulver	Gewicht	Zeitspanne für die Befestigung der Attrappe
1	angenommen	-	sofort
2	"	-	0,5 Min.
3	"	51,1mg	5 Sek.
4	"	27,6 "	1,5 "
5	"	76,9 "	27,9 "
6	"	72,6 "	0,5 "
7	"	76,4 "	1,5 "
8	"	41,8 "	0,5 "
9	"	76,9 "	41,7 "
10	"	51,5 "	29,3 "
11	"	94,8 "	41,0 "
12	"	66,2 "	41,2 "
13	"	78,2 "	39,4 "
14	"	73,4 "	31,9 "
15	nicht "	49,5 "	----------
15 Versuche	14(+) : 1(-)	Δ 64,37mg	Δ 36,5 Sek.

Tabelle 17

Vs.-Nr.	Kokon mit Nagellack	Zeitspanne für die Befestigung des lackierten Kokons
1	angenommen	sofort
2	"	2 Min.
3	"	10 "
4	"	sofort
5	"	1 Min.
6	"	2 "
7	"	1 "
8	"	7 "
9	"	5 "
10	nicht "	-----
11	" "	-----
12	" "	-----
13	" "	-----
14	" "	-----
15	" "	-----
16	" "	-----
16 Versuche	9(+) : 7(-)	Δ 4 Min.

Tabelle 19

Austausch : Plastikkugel gegen Plastikkugel mit Gespinst

Vs.-Nr.	Gewicht der Plastikkugel	Gewicht der Plastikkugel mit Gespinst	Austauschzeit
1	28,8 mg	26,2 mg	?
2	13,2 "	16,4 "	5 Min.
3	23,2 "	15,5 "	25 "
4	23,8 "	17,9 "	37 "
5	16,9 "	13,6 "	ca. 5 Std.
6	37,8 "	41,8 "	?

Tabelle 20

Austausch: Plastikkugel mit Gespinst gegen eigenen Kokon

Vs.-Nr.	Gewicht der Plastikkugel mit Gespinst	Gewicht des Kokons	Austauschzeit
1	?	?	30 Min.
2	?	?	2 Std.
3	31 mg	17,6 mg	1 "
4	36,8 "	10,0 "	17 "
5	37,0 "	27,8 "	2 " 4 "
6	30,6 "	19,2 "	2 "

Tabelle 21

Vs.-Nr.	Plastikwürfel	Gewicht	Zeitspanne für die Befestigung der Attrappe
1	angenommen	37,9 mg	2 Min.
2	"	37,9 "	4 "
3	"	47,3 "	4 "
4	"	74,3 "	9 "
5	"	74,9 "	1 " 35 Sek.
6	"	74,9 "	3 " 30 "
7	nicht "	42,9 "	-----
8	"	85,6 "	-----
9	"	38,6 "	-----
10	"	74,9 "	-----
10 Versuche	6(+) : 4(-)	Δ 58,92 mg	Δ 4 Min.

Tabelle 22

Vs.-Nr.	Plastikwürfel mit Kokonhülle	Gewicht	Zeitspanne für die Befestigung der Attrappe
1	angenommen	16,0 mg	80,6 Sek.
2	"	"	20,3 "
3	"	"	23,7 "
4	"	"	58,3 "
5	"	20,2 mg	24,5 "
6	"	"	81,6 "
7	"	"	39,8 "
8	"	"	31,0 "
8 Versuche	8(+) : 0(-)		Δ 44,9 Sek.

Tabelle 23

Vs.-Nr.	Kokongewicht	Gewicht der Kokonhülle	Tragezeit	Gewicht der Kokonhülle mit Watte	Tragezeit	Gewicht der Kokonhülle mit Eisenpulver	Tragezeit
1	21,9 mg	0,3 mg	27 Min.	4,2 mg	2 Std. 16 M.	90 mg	24 Tg. 3 Std. 37 Min.
2	49,2 mg	1,0 mg	71 Min.	-	-	90 mg	1 Std. 30 Min.
3	50,4 mg	1,2 mg	27 Min.	8,8 mg	6 Min.	-	-
4	32,2 mg	0,5 mg	34 Min.	-	-	30,4 mg	nach 6 Tg. ♀ +

Tabelle 24

Zeit	8,7 mg eigener Kokon	29,3 mg fremder Kokon	12,7 mg eigener Kokon	28,2 mg fremder Kokon	9,8 mg eigener Kokon	23,6 mg fremder Kokon	8,1 mg eigener Kokon	22,7 mg fremder Kokon	10,5 mg eigener Kokon	20,4 mg fremder Kokon
15 Min.	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-
30 Min.	o	+	+	-	+	-	+	-	+	-
1 Std.	+	-	+	-	+	o	+	-	+	-
3 Std.	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-
2. Tg.	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-
3. Tg.	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-
4. Tg.	-	+ m.Jg.	+	-	-	+	-	+	+	-
5. Tg.				+ m.Jg.	-	+	-	+	+	m.Jg.

\+ Kokon an den Spinnwarzen angeheftet

o Kokon zwischen den Cheliceren

\- Kokon abgelegt

m. Jg. mit Jungen

Tabelle 25

Vs.-Nr.	Bleikugel mit Kokonhülle	Gewicht	Durchmesser	Zeitspanne für die Befestigung der Attrappe
1	angenommen	16,3 mg	1,54 mm	4 Min. 20 Sek.
2	"	"	"	2 " 26 "
3	nicht "	"	"	---------
4	" "	"	"	---------
5	" "	"	"	---------
6	" "	"	"	---------
7	" "	"	"	---------
8	" "	"	"	---------
9	" "	"	"	---------
10	" "	"	"	---------
10 Versuche	8(-) : 2(+)			

Tabelle 26

Vs.-Nr.	Gewicht der Plastikkugel	Austauschzeit gegen den eigenen Kokon
1	75,2 mg	25 Min.
2	18,6 "	ca.1 Std.
3	37,9 "	18 Min.
4	35,6 "	52 "
5	-	25 "
6	64,2 "	(11 Std.)
7	27,8 "	20 Min.
8	27,8 "	15 "
9	21,4 "	23 "
10	13,6 "	25 "
10 Versuche	Δ 35,8 mg	Δ 1 Std. 32 Min. Δ 29,2 " (ohne den eingeklammerten Wert)

Tabelle 27

Vs.-Nr.	Gewicht der Plastikkugel mit Spinnenbrei	Austauschzeit gegen eigenen Kokon
1	43,9 mg	30 Min.
2	73,8 "	9 "
3	20,0 "	11 "
4	36,9 "	2 Std. 15 "
5	-	4 "
6	28,2 "	2 Std. 40 "
6 Versuche	△ 40,56 mg	△ 58,1 Min.

Tabelle 28

Vs.-Nr.	Gewicht der Kokonhülle mit Eisenpulver	Austauschzeit gegen den eigenen Kokon
1	51,1 mg	2 Std. 29 Min.
2	27,6 "	8 "
3	76,9 "	6 "
4	76,4 "	8 Std.
5	-	18 "
6	41,8 "	1 " 15 "
7	76,9 "	7 "
8	51,5 "	1 " 19 "
9	94,8 "	1 " 44 "
10	66,2 "	3 " 30 "
11	78,2 "	3 "
12	73,4 "	6 "
12 Versuche	Δ 64,98 mg	Δ 3 Std. 48,1 Min.

Tabelle 29

Vs.-Nr.	Kokongröße am Tag des Kokonbaues; Höhe x mittl. ø	Kokongröße 3 - 4 Tage nach dem Kokonbau; Höhe x mittl. ø
1	3,43 mm x 3,92 mm	3,50 mm x 4,06 mm
2	3,57 " x 4,24 "	3,64 " x 4,41 "
3	2,87 " x 3,50 "	3,15 " x 3,47 "
4	3,64 " x 4,34 "	3,92 " x 4,62 "
5	2,73 " x 3,15 "	2,80 " x 3,57 "
6	2,80 " x 3,08 "	2,80 " x 3,15 "
7	2,50 " x 3,99 "	3,50 " x 4,06 "
8	3,01 " x 3,43 "	2,94 " x 3,64 "
8 Versuche	△ 3,19 mm x 3,72 mm	△ 3,28 mm x 3,87 mm
		Zunahme der Höhe: 2,8 %
		Zunahme des ø : 4,0 %

Tabelle 30

Vs.-Nr.	Kokongröße am Tag des Kokonbaues; Höhe x mittl. ø	Kokongröße 6 - 7 Tage nach dem Kokonbau; Höhe x mittl. ø
1	3,43 mm x 3,78 mm	3,50 mm x 4,06 mm
2	3,08 " x 3,71 "	3,15 " x 3,57 "
3	3,64 " x 4,34 "	3,99 " x 4,28 "
4	2,73 " x 3,15 "	2,73 " x 3,43 "
5	2,80 " x 3,08 "	2,80 " x 3,22 "
6	3,50 " x 3,99 "	3,64 " x 4,13 "
7	3,01 " x 3,43 "	3,01 " x 3,64 "
7 Versuche	△ 3,17 mm x 3,64 mm	△ 3,26 mm x 3,82 mm
		Zunahme der Höhe: 2,8 %
		Zunahme des ø : 4,9 %

Tabelle 31

Vs.-Nr.	Kokongröße am Tag des Kokonbaues; Höhe x mittl. Ø	Kokongröße 10 - 11 Tage nach dem Kokonbau; Höhe x mittl. Ø
1	3,43 mm x 3,92 mm	3,85 mm x 4,06 mm
2	3,57 " x 4,34 "	3,85 " x 4,41 "
3	2,87 " x 3,50 "	3,36 " x 3,57 "
4	3,64 " x 4,34 "	4,41 " x 4,76 "
5	2,73 " x 3,15 "	3,50 " x 3,36 "
6	2,80 " x 3,08 "	3,36 " x 3,22 "
7	3,50 " x 3,99 "	3,78 " x 4,55 "
8	3,01 " x 3,43 "	3,22 " x 3,85
8 Versuche	Δ 3,19 mm x 3,71 mm	Δ 3,66 m x 3,97 mm
		Zunahme der Höhe: 14,7 %
		Zunahme des Ø : 6,7 %

Tabelle 32

Vs.-Nr.	Kokongröße am Tag des Kokonbaues; Höhe x mittl. Ø	Kokongröße 14 - 15 Tage nach dem Kokonbau; Höhe x mittl. Ø
1	3,36 mm x 4,06 mm	4,48 mm x 4,55 mm
2	4,06 " x 4,69 "	5,11 " x 5,18 "
3	3,29 " x 3,85 "	3,92 " x 4,13 "
4	3,57 " x 4,13 "	3,78 " x 4,13 "
5	3,15 " x 3,71 "	3,78 " x 4,13 "
6	3,43 " x 3,92 "	3,71 " x 3,99 "
7	3,57 " x 4,34 "	4,20 " x 4,62 "
8	2,87 " x 3,50	3,71 " x 3,57 "
8 Versuche	△ 3,41 mm x 4,02 mm	△ 4,08 mm x 4,28 mm Zunahme der Höhe: 19,6 % Zunahme des Ø : 6,5 %

Tabelle 33

Vs.-Nr.	Öffnung des Austauschkokons	Entwicklungszustand des Austauschkokons	Aufsteigen der eigenen Jungen
1	31.7.	Eier	31.7.
2	16.8.	Eier	16.8.
3	31.7.	Eier	31.7.
4	16.8.	Eier	16.8.
4 Versuche			

Tabelle 34

Vs.-Nr.	Öffnung des Austauschkokons zum Schlüpftermin der Jungen	Verfrühte Öffnung des Austauschkokons	Entwicklung im verfrüht geöffneten Austauschkokon	Rückverlegung der Kokonöffnung
1	2.7.	1o.7.	1. PE	8 Tage
2	3.7.	7.7.	1. PE	4 "
3	3o.6.	1.7.	Eier	1 "
4	4.7.	13.7.	1. PE	9 "
5	6.7.	5.7.	Eier	(1)"
6	25.7.	3o.7.	1. PE	5 "
7	28.7.	4.8.	2. PE(Anfang)	7 "
8	13.7.	16.7.	1. PE	3 "
9	1.8.	23.7.	Eier	(9)"
1o	3.8.	8.8.	Eier	5 "
11	16.8.	2o.8.	Eier	4 "
12	17.8.	23.8.	2. PE(Anfang)	5 "
12 Versuche				△ 5 Tage

PE = Postembryonalstadium

Tabelle 35

Vs.-Nr	Öffnung des Austauschkokons zum Schlüpftermin	Aufsteigen der eigenen Jungen	Zurückverlegung (+) bzw. Vorverlegung (-) der Kokonöffnung
1	8.8.	23.7.	+ 16 Tage
2	23.7.	8.8.	- 16 "
3	4.8.	28.7.	+ 7 "
4	28.7.	4.8.	- 7 "
5	28.7.	2.8.	- 5 "
6	2.8.	28.7.	+ 5 "
7	4.8.	28.7.	+ 7 "
8	28.7.	4.8.	- 7 "
9	3.8.	13.8.	- 10 "
10	18.8.	28.7.	+ 21 "
11	14.8.	1.8.	+ 13 "
12	12.8.	1.8.	+ 11 "
13	31.7.	14.8.	- 14 "
14	16.8.	25.8.	- 9 "
15	19.7.	13.7.	+ 6 "
16	21.8.	15.8.	+ 6 "
17	27.8.	21.8.	+ 6 "
18	15.9.	30.8.	+ 16 "
19	30.8.	15.9.	- 16 "
20	9.9.	3.9.	+ 6 "
21	28.8.	9.9.	- 12 "
22	3.9.	28.8.	+ 6 "
23	8.9.	31.8.	+ 8 "
24	15.7.	5.7.	+ 10 "
25	5.7.	15.7.	- 10 "
26	15.7.	12.7.	+ 3 "
27	12.7.	15.7.	- 3 "
28	17.7.	13.7.	+ 4 "
29	13.7.	17.7.	- 4 "
30	15.7.	13.7.	+ 2 "
31	13.7.	15.7.	- 2 "
32	18.7.	10.7.	+ 8 "
33	10.7.	18.7.	- 8 "

(Fortsetzung nächste Seite)

Tabelle 35 (Fortsetzung)

Ve.-Nr.	Öffnung des Austauschkokons zum Schlüpftermin	Aufsteigen der eigenen Jungen	Zurückverlegung(+) bzw. Vorverlegung(-) der Kokonöffnung
34	13.7.	12.7.	+ 1 Tag
35	12.7.	13.7.	- 1 "
36	16.7.	11.7.	+ 5 "
37	11.7.	16.7.	- 5 "
38	13.7.	16.7.	- 3 "
39	16.7.	13.7.	+ 3 "
40	15.7.	14.7.	+ 1 "
41	14.7.	15.7.	- 1 "
42	19.7.	13.7.	+ 6 "
43	13.7.	19.7.	- 6 "
44	11.7.	19.7.	- 8 "
45	14.7.	23.7.	- 9 "
46	17.7.	26.7.	- 9 "
47	15.7.	13.7.	+ 2 "
48	13.7.	15.7.	- 2 "
49	26.7.	8.8.	- 13 "
49 Versuche			25-mal + △ 7 Tg. 24-mal - △ 8 Tg.

Tabelle 36

Vs.-Nr.	Beginnende Öffnung des Austauschkokons	Entwicklung im Austauschkokon	Kokonöffnung und Aufsteigen der Jungen des Austauschkokons	Aufsteigen der eigenen Jungen	Differenz in der Entwicklung vom eigenen Kokon und Austauschkokon
1	13.7.	2. PE	19.7.	11.7.	8 Tg.
2	16.7.	1. PE	23.7.	14.7.	9 Tg.
3	18.7.	1. PE	26.7.	17.7.	9 Tg.
4	31.7.	1. PE	8.8.	26.7.	13 Tg.
5	4.8.	2. PE	13.8.	3.8.	10 Tg.
5 Versuche					

Tabelle 37

Vs.-Nr.	Austauschkokon abgelegt	Entwicklung im Austauschkokon	Aufsteigen der eigenen Jungen	Differens im Tragen des eigenen und des Austauschkokons
1	10.7.	1. PE	2.7.	8 Tg.
2	7.7. gefressen	1. PE	3.7.	4 "
3	1.7. geöffnet	Eier	30.6.	1 "
4	13.7. geöffnet	1. PE	4.7.	9 "
5	14.7.	Eier	3.7.	11 "
6	16.7.	1. PE	13.7.	3 "
7	30.7. geöffnet	1. PE	25.7.	5 "
8	4.8.	2. PE(z.T.Eier)	28.7.	7 "
9	2.8. geöffnet	Eier	28.7.	5 "
10	6.8. geöffnet	2. PE	31.7.	6 "
11	8.8. geöffnet	Eier	3.8.	5 "
12	23.8. geöffnet	2. PE	17.8.	6 "
12 Versuche				⌀ 6 Tg.

Tabelle 38

Vs.-Nr.	Austauschkokon abgelegt	Entwicklung im Austauschkokon	Öffnungszeit des Austauschkokons	Aufsteigen der eigenen Jungen	Differenz im Kokontragen zwischen eigenem Kokon und Austauschkokon	Differenz in der Entwicklung zwischen eigenem Kokon und Austauschkokon
1	9.8.	3. PE	1.8.	14 8.	- 5 Tg.	13 Tg.
2	16.8. gefressen	3. PE	28.7.	18.8.	- 2 Tg.	21 Tg.
3	9.8. geöffnet	3. PE	28.7.	18.8.	- 9 Tg.	21 Tg.
4	10.8. geöffnet	3. PE	1.8.	12.8.	- 2 Tg.	11 Tg.
5	22.7. geöffnet	3. PE	13.7.	19.7.	+ 3 Tg.	6 Tg.
6	15.8. geöffnet	3. PE	-	30.8.	- 15 Tg.	-
6 Versuche					Δ 7 Tg.	Δ 14 Tg.

- = Vorverlegung der Kokonöffnung

+ = Rückverlegung der Kokonöffnung

Tabelle 39

Vs.-Nr.	Sterilisation des Kokons: 10 min/60° C	Zeitspanne bis zum Abiegen des Kokons	Entwicklungszustand im Kokon: Eier
1	"	2 Tg.	"
2	"	5 "	"
3	"	14 "	"
4	"	2 "	"
5	"	10 "	"
6	"	7 "	"
7	"	2 "	"
8	"	12 "	"
9	"	10 "	"
10	"	2 "	"
11	"	9 "	"
12	"	11 "	"
13	"	12 "	"
14	"	5 "	"
15	"	3 "	"
16	"	5 "	"
17	"	12 "	"
18	"	2 "	"
19	"	1 "	"
20	"	3 "	"
21	"	3 "	"
22	"	4 "	"
23	"	8 "	"
24	"	8 "	"
25	"	11 "	"
25 Versuche		△ 6,5 Tg.	

Tabelle 40

Vs.-Nr.	Sterilisation des Kokons: 10 min/60° C	Zeitspanne bis zum Ablegen des Kokons	Entwicklungszustand im Kokon: 2. PE
1	"	2 Tg.	"
2	"	8 "	"
3	"	5 "	"
4	"	3 "	"
5	"	7 "	"
6	"	3 "	"
7	"	9 "	"
8	"	2 "	"
9	"	5 "	"
10	"	8 "	"
10 Versuche		△ 5,2 Tg.	

PE = Postembryonalstadium

Tabelle 41

Vs.-Nr.	Aufsteigen der eigenen Jungen	Öffnung eines fremden P.piraticus-Kokons und Aufsteigen der Jungen	Öffnen eines zweiten fremden P.piraticus - Kokons
1	8.8.	15.8.	
2	8.8.	28.8.	
3	9.8.	23.8.	
4	12.8.	16.8.	
5	13.8.	17.8.	24.8.
6	16.8.	25.8.	
7	27.8.	29.8.	
8	27.8.	1.9.	
9	30.8.	6.9.	
10	10.8.	10.8. Kokon -	
11	20.8.	21.8. Kokon -	
11 Versuche			

Tabelle 42

Vs.-Nr.	Zeitdauer des Aufsitzens der fremden Jungen	Anzahl der Jungen	Zeitdauer bis zum Aufsteigen der eigenen Jungen
A_{96}	11 Tg. 6 " } 17 Tg.	35 79	17 Tg.
B_{18}	6 Tg. 4 " } 10 "	76 ca.60	10 "
B_{19}	5 Tg. 9 " } 14 "	67 120	13 "
B_{21}	2 Tg. 5 " } 7 "	81 ca.50	8 "
B_{20}	7 Tg. 5 " } 12 "	87 ca.80	12 "
B_{34}	9 Tg. 4 " } 13 "	100 107	16 "
B_{32}	4 Tg.	ca.70	4 "
B_{33}	9 Tg. 4 " } 13 "	69 ca.60	14 "
A_{98}	10 Tg. 5 " } 15 "	36 85	15 "
B_1	9 Tg. 5 " 2 " } 16 "	45 67 ca.60	17 "
B_2	6 Tg.	104	6 "
B_6	9 Tg.	78	9 "
A_2	6 Tg.	ca.60	6 "
73	5 Tg.	26	24 "
75	8 Tg.	32	29 "
76	9 Tg.	48	20 "
A_{26}	6 Tg. 6 " 12 " } 24 Tg.	57 76 ca.85	24 " gefressen!
A_{100}	14 Tg.	ca.100	14 " abgelegt!
18 Versuche	$\triangle$ 10 Tg.	$\triangle$ ca.65 Junge	$\triangle$ ca.14 Tg.

Tabelle 43

Vs.-Nr.	Kokon abgenommen und Junge aufsteigen lassen	Kokon zurückgegeben nach ... Min.	Kokon angenommen und an den Spinnwarzen getragen
1	+	10 Min.	ja
2	+	20 "	nein
3	+	60 "	ja
4	+	35 "	ja
5	+	45 "	ja
6	+	57 "	ja
6 Versuche			

Tabelle 44

Vs.-Nr.	Kokontragezeit nach dem Aufsteigen der eigenen Jungen	Zeitspanne bis zum Aufsteigen der fremden Jungen
1	7 Tg.	7 Tg.
2	20 "	20 "
3	14 "	14 "
4	4 "	4 "
5	4 "	4 "
6	7 "	7 "
7	9 "	9 "
8	2 "	2 "
9	5 "	5 "
10	1 Std.	-
11	1 "	-
12	7 "	?
12 Versuche		$\triangle$ 8 Tg.

10(+):2(-)

Tabelle 45

Vs.-Nr.	Temperatur	die meisten Jungen steigen ab	alle Junge sind abgestiegen
1	8°	22 Tg.	27 Tg.
2	8°	14 "	31 "
3	8°	17 "	35 "
4	8°	20 "	30 "
5	8°	12 "	23 "
6	8°	8 "	13 "
7	8°	14 "	27 "
8	8°	19 "	40 "
9	8°	14 "	17 "
10	8°	17 "	30 "
10 Versuche	8°	Δ 16 Tg.(15,7)	Δ 27 Tg.(27,3)

Tabelle 46

Vs.Nr.	Temperatur	die meisten Jungen steigen ab	alle Junge sind abgestiegen
1	15°	10 Tg.	17 Tg.
2	15°	12 "	17 "
[illegible]	15°	13 "	15 "
[illegible]	15°	10 "	13 "
3	15°	9 "	12 "
[illegible]	15°	12 "	21 "
7	15°	13 "	17 "
8	15°	13 "	16 "
9	15°	14 "	17 "
9 Versuche	15°	Δ 10 Tg.(9,9)	Δ 16 Tg.(15,9)

Tabelle 47

Vs.Nr.	Zeitspanne des Aufsitzens der Jungen	Gesamtzahl der Jungen	Anzahl der Jungen, die nicht mehr aufstiegen	Prozentsatz der nicht wieder aufsteigenden Jungen
1	1	66	17	25,7 %
2	1	60	23	38,3 %
3	1	51	16	31,4 %
4	1	40	14	35,0 %
5	1	34	0	0 %
6	1	51	0	0 %
7	1	48	0	0 %
8	1	45	0	0 %
9	1	76	0	0 %
9 Versuche				Δ 14,5 %

Tabelle 48

1	2	66	55	83,3 %
2	2	60	57	95,0 %
3	2	51	34	66,6 %
4	2	40	19	47,5 %
5	2	34	15	44,1 %
6	2	51	01	1,9 %
7	2	48	01	2,1 %
8	2	45	12	26,6 %
9	2	76	15	19,7 %
9 Versuche				Δ 42,9 %

Tabelle 49

Vs.-Nr.	Zeitspanne des Aufsitzens der Jungen	Gesamtzahl der Jungen	Anzahl der Jungen, die nicht mehr aufstiegen	Prozentsatz der nicht wieder aufsteigenden Jungen
1	3	66	66	100 %
2	3	60	60	100 %
3	3	51	44	86,2 %
4	3	40	20	50,0 %
5	3	34	29	85,3 %
6	3	51	15	30,0 %
7	3	48	04	8,1 %
8	3	45	33	73,3 %
9	3	76	28	36,8 %
9 Versuche				Δ 63,3 %

Tabelle 50

Vs.-Nr.	Gesamtzahl der Jungen	Anzahl der nicht wieder aufsteigenden Jungen	Prozentsatz der nicht wieder aufsteigenden Jungen
1	66	59	89 %
2	48	1	2 %
3	60	57	95 %
4	45	14	31 %
5	51	35	69 %
6	34	17	50 %
7	51	2	4 %
8	76	17	22 %
9	40	19	48 %
9 Versuche			Δ 47 %

Tab. 50 und 51
50 Std. nach dem
Aufsteigen der Jungen

Tabelle 51

Vs.-Nr.	Gesamtzahl der Jungen	Anzahl der abgestiegenen Jungen	Prozentsatz der abgestiegenen Jungen
1	46	2	4 %
2	35	3	9 %
3	70	3	4 %
4	38	8	21 %
5	33	5	17 %
6	44	3	7 %
7	35	1	3 %
8	49	0	0 %
9	53	0	0 %
10	47	0	0 %
10 Versuche			⌀ 6,5 %

Tab. 50 und 51
50 Std. nach dem
Aufsteigen der Jungen

Tabelle 52

Anzahl der Versuche	Alter der Jungen	Gesamtzahl	negative Geotaxis Anzahl	negative Geotaxis in %	waagrechte Tendenz Anzahl	waagrechte Tendenz in %	ohne Ausbreitungstendenz Anzahl	ohne Ausbreitungstendenz in %
5	1 Tg.	246	132	53,65	81	32,93	33	13,41
6	2 Tg.	243	89	36,62	90	37,03	64	26,34
6	3 Tg.	167	53	31,67	87	52,09	27	16,16
6	5 Tg.	205	21	10,24	149	72,68	35	17,07

Alopecosa barbipes - ♀ mit angeheftetem Kieselstein

L e b e n s l a u f

Am 18. 8. 1937 bin ich als Sohn des Lehrers August Dietlein und seiner Ehefrau, Mathilde geb. Bubmann, in Nürnberg geboren. Von 1943 bis 1948 besuchte ich die Volksschule in Langenfeld (Kreis Scheinfeld) und anschließend die Ohm - Oberrealschule in Erlangen. Im Sommer 1957 legte ich hier das Abitur ab. Ab Wintersemester 1957/58 studierte ich an der Universität in Erlangen die Fächerverbindung Chemie, Biologie und Geographie. Im Herbst 1963 legte ich hier die Wissenschaftliche und im Herbst 1965 an der Oberrealschule in Bayreuth die Pädagogische Prüfung für das Lehramt an Höheren Schulen ab. Seit Dezember 1965 bin ich am Gymnasium Lindenberg tätig.